



# Bemesting Alstroemeria

Invloed van EC en K:Ca verhouding in de teelt van Alstroemeria op kokossubstraat

Frank van der Helm<sup>1</sup>, Caroline Labrie<sup>1</sup>, Nico van Mourik<sup>1</sup>, Marco de Groot<sup>2</sup> en Wim Voogt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Wageningen UR glastuinbouw, <sup>2</sup> Flori Consult Group



## Referaat

In 2010 is budget beschikbaar gesteld door het Productschap Tuinbouw voor een 2 jaar durend onderzoek om te bepalen wat de juiste verhouding K:Ca bij verschillende EC-niveaus is gedurende het jaar. Er is een twee jaar durende kasproef uitgevoerd waarin een K:Ca verhouding van 5:1, 1:1 en 1:3 is gerealiseerd bij een EC van 2 (laag) en 3 (hoog) mS/cm. In het onderzoek gaf de hoge EC op een kokossubstraat bij een K:Ca verhouding van 1:1 of lager betrouwbaar meer productie in stuks en in kilo's geoogst gewicht dan een lage EC. De productie bij een K:Ca verhouding van 5:1 was altijd lager, de EC had hierop geen invloed. Daarnaast was bij een hoge EC en een K:Ca verhouding van 1:3 in de voedingsoplossing zowel productie en takgewicht per 80 cm het hoogste. Ook was de lengte van het gewas in de zomer duidelijk hoger als gevolg van een lagere K:Ca in de voedingsoplossing.

Met het oog op ziektegevoeligheid gaf een voedingsoplossing met een K:Ca verhouding van 1:3 een robuuster gewas dat minder vatbaar was voor vochtblaadjes en bloemschade door klimaat wisselingen en hoge instraling. Daarnaast was bij hoge EC het gewas gevoeliger voor vochtblaadjes, maar dit effect was minder sterk dan het effect van een hoge K:Ca verhouding. Ten slotte gaf de lage EC in dit onderzoek meer problemen met uitval door Fusarium.

## Abstract

In 2010 budget is made available by the Dutch product board of horticulture for a two-year study to determine the correct ratio K:Ca at different EC levels over the year. A two-year greenhouse experiment in which a K:Ca ratio of 5:1, 1:1 and 1:3 is achieved with an EC of 2 (low) and 3 (high) mS/cm shows that the high EC on a coconut substrate at a K:Ca ratio of 1:1 or less gave more production of harvested flowers and in kilograms weight than at a low EC. Production at a K:Ca ratio of 5:1 is always lower, the EC has no effect on this.

Also at high EC and K:Ca ratio of 1:3 in the nutrient solution both production and stem weight per 80 cm were the highest. Finally, the length of the crop in the summer was significantly higher as a result of a higher K:Ca ratio in the nutrient solution. In relation to disease susceptibility a nutrient solution with a K:Ca ratio of 1:3 gave a more robust crop that is less susceptible to leaf tip necrosis damage and by climate changes and high irradiation. In addition, high EC resulted also in a crop more sensitive to leaf tip necrosis, but this effect was less pronounced than the effect of a high K:Ca ratio. Finally, in this study the low EC gave more problems with Fusarium rot.

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (Shedlosky)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (Shedlosky). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

## Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Tel. : 0317 - 48 56 06  
Fax : 010 - 522 51 93  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Aanleiding	7
	1.2 Doelstelling(en) en afbakening	7
	1.3 Te bereiken resultaten	7
2	Materiaal en methoden	9
	2.1 Kasproef	9
	2.1.1 Kasinrichting	9
	2.1.2 Substraatsysteem	9
	2.1.3 Behandelingen	10
	2.1.4 Registraties en waarnemingen	11
	2.2 Realisatie klimaat	12
	2.3 Realisatie voeding	13
	<b>2.3.1 EC</b>	<b>13</b>
	2.3.2 K:Ca verhouding	14
	2.3.3 Overige elementen in analyses	16
	2.3.4 Voedingsgehalten in het blad	16
	2.3.4.1 Kalium	16
	2.3.4.2 Calcium	16
	2.3.4.3 Overige elementen	17
	2.4 Data-analyse en statistiek	18
3	Literatuurstudie	19
	3.1 EC	19
	3.2 pH	20
	3.3 Bemestingsschema's	20
	3.4 Calcium	22
	3.4.1 Calciumgebrek- of overmaat	22
	3.4.2 Calciumopname en -verdeling	24
	3.4.3 Factoren die Ca gebrekverschijnselen stimuleren	26
	3.4.4 Calciumoxalaat	26
	3.4.5 Celwandtype en calciumbehoefte	27
	3.5 Kalium	27
	3.6 Watergift	28
	3.7 Samenvatting	29
	3.7.1 Plaats en functie in de plant	29
	3.7.2 Opname door de plant:	29
	3.7.3 Rol van worteldruk bij de opname	30
	3.7.4 Antagonisme tussen K en Ca.	30
	3.8 Hypotheses	30
	3.8.1 EC	30
	3.8.2 K:Ca verhouding	31
4	Resultaten kasproef	33
	4.1 Korte beschrijving van het teeltverloop	33
	4.2 Productie	34

	4.2.1	Aantal takken	34
	4.2.2	Geoogst gewicht	35
4.3		Kwaliteit	36
	4.3.1	Lengte	36
	4.3.2	Takgewicht en stevigheid	37
4.4		Plantgezondheid	38
	4.4.1	Vochtblaadjes	38
	4.4.2	Afgroeiërs	39
	4.4.3	Uitval en slechte plekken	40
	4.4.4	Afwijkende bloemkoppen	41
4.5		Ondergrondse ontwikkeling	42
5		Discussie	43
	5.1	Realisatie van de behandelingen	43
		5.1.1 Drain en substraat analyses	43
		5.1.2 Bladanalyses	43
	5.2	Productie	43
	5.3	Kwaliteit	44
		5.3.1 Lengte	44
		5.3.2 Gewicht	44
	5.4	Plantgezondheid	44
		5.4.1 Vochtblaadjes en afwijkende bloemen	44
		5.4.2 Uitval	45
		5.4.3 Afgroeiërs	45
6		Conclusies en aanbevelingen	47
	6.1	Conclusies	47
	6.2	Aanbevelingen voor de praktijk	47
	6.3	Aanbevelingen voor onderzoek	47
7		Referenties	49
Bijlage I		Basis voedingsschema's bij de start	51
Bijlage II		Voedingsschema's na aanpassingen	53
Bijlage III		Analysecijfers van drain	57
Bijlage IV		Resultaten bladanalyses.	65
Bijlage V		Cumulatieve productie en takgewicht per 80 cm	69
Bijlage VI		Wortelgestel in mei en augustus 2012	71

# Samenvatting

Al 20 jaar worden er Alstroemeria's op enkele bedrijven op substraat geteeld. De meeste bedrijven telen echter nog in de grond, omdat Alstroemeria op substraat met de huidige teeltmethoden nog geen duidelijke meerproductie laat zien. De laatste jaren is de belangstelling voor de teelt op substraat stijgende in Nederland. Dit komt door de stijgende kosten voor energie (stomen) en meststoffen, vervanging (leegloop van de kas bij teeltwisseling) en de problematiek van aaltjes en structuurbederf in de kasgrond. Ook de regelgeving omtrent Kaderrichtlijn water kan teelt in de grond in de toekomst bemoeilijken.

Op substraat is bemesting beter te sturen, maar in Alstroemeria is nog onvoldoende kennis aanwezig om deze meerwaarde te benutten. Met name over de opname van calcium is nog niet veel bekend. Deze kennis is gewenst omdat Alstroemeria gevoelig kan zijn voor bladverbranding (bij grote weersovergangen, schokken in de verdamping en in de winterperiode) en dat knopverdroging bij bepaalde cultivars in de winterperiode een probleem kan zijn, ondanks het gebruik van assimilatiebelichting. Dat het element Ca hier mogelijk ook een belangrijke rol in speelt is bekend maar welke interactie er is met K, Mg, EC niveau en pH is voor Alstroemeria nog nooit onderzocht.

In 2010 is budget beschikbaar gesteld door het Productschap tuinbouw voor een 2 jaar durend onderzoek om te bepalen wat de juiste verhouding K:Ca bij verschillende EC-niveaus is gedurende het jaar. Er is een twee jaar durende kasproef uitgevoerd waarin een K:Ca verhouding van 5:1, 1:1 en 1:3 is gerealiseerd bij een EC van 2 - 2,5 (laag) en 3 - 3,5 (hoog) mS/cm.

Uit het onderzoek blijkt dat de hoge EC op een kokossubstraat bij een K:Ca verhouding van 1:1 of lager betrouwbaar meer productie in stuks en in kilo's geoogst gewicht gaf dan een lage EC. De productie bij een K:Ca verhouding van 5:1 is altijd lager, de EC heeft hierop geen invloed. Daarnaast was bij een hoge EC en een K:Ca verhouding van 1:3 in de voedingsoplossing zowel productie en takgewicht per 80 cm het hoogste. Ook was de lengte van het gewas in de zomer duidelijk hoger als gevolg van een lagere K:Ca in de voedingsoplossing.

Met het oog op ziektegevoeligheid gaf een voedingsoplossing met een K:Ca verhouding van 1:3 een robuuster gewas dat minder vatbaar is voor vochtblaadjes en bloemschade door klimaatwisselingen en hoge instraling. Daarnaast was bij hoge EC het gewas gevoeliger voor vochtblaadjes, maar dit effect was minder sterk dan het effect van een hoge K:Ca verhouding. Ten slotte gaf de lage EC in dit onderzoek meer problemen met uitval door Fusarium.

Op basis van de resultaten uit deze proef wordt geadviseerd om voor een optimale productie bij de teelt van Alstroemeria in kokossubstraat een druppel EC aan te houden tussen 2,5 en 3,5. In de zomer kan de EC zonder veel problemen lager zijn. In de winter kan bij veel problemen met vochtblaadjes een verlaging van de EC de problemen wellicht verminderen, maar beter is het om de K:Ca verhouding dan te verlagen. Deze proef is uitgevoerd op een kokossubstraat. De voedingsoplossing en streefcijfers zijn niet direct vertaalbaar naar de teelt in de grond. In de eerste plaats omdat grond voor een deel uit kleimineralen bestaat. Deze hebben een adsorptiecomplex, waarbij kationen worden geadsorbeerd. Om voldoende structuur te waarborgen is een hoge bezetting met Ca noodzakelijk, zodat er overheersend Ca in de bodemoplossing aanwezig moet zijn. Dit wordt onder andere gerealiseerd door een minimaal  $\text{CaCO}_3$  gehalte in de bodem te handhaven (min. 0.5%). In de tweede plaats is het beschikbare bodemvolume het 50 tot 100voudige van substraat, waardoor er veel meer effect is van de bodemmatrix op de beschikbaarheid van nutriënten.

Daarom is het voor de grondteelten, met het oog op voldoende Ca in de groeipunten, waarschijnlijk gemakkelijker om de verdamping bij dood klimaat tussen het gewas te stimuleren door bijvoorbeeld toevoer van droge buitenlucht of andere soorten luchtbeweging, zoals aangetoond in een praktijkproef met toevoer van droge buitenlucht (van der Helm, 2012).

In deze proef zijn aanwijzingen gevonden dat met name de EC van invloed is op de ondergrondse ontwikkeling van de plant en wellicht daarmee samenhangend de productie. Bij dit onderzoek is de watergift uitgevoerd zoals dit in de praktijk standaard is, veel kleine beurttjes. De laatste 3 maanden van de teelt is een watergift met minder en grotere beurten uitgevoerd, zodat het substraat tussentijds wat meer indroogt. Watergift, ontwatering en EC en de invloed op de ondergrondse ontwikkeling bieden mogelijkheden om de productie van Alstroemeria op substraat nog verder te optimaliseren. Hierbij kan een grover substraat gebruikt worden. Wel kan daarmee de koeling moeilijker worden als gevolg van een lager watergehalte van de grond. In de proef is effect gezien van EC op uitval door Fusarium. De relatie tussen Fusarium en EC zou verder onderzocht

kunnen worden. Een laatste onopgelost vraagstuk blijft de oorzaak van het ontstaan van afgroeiërs.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De Nederlandse sierteelt, waaronder Alstroemeria, staat onder druk. Verdere kennisontwikkeling is gewenst om de productie en kwaliteit verder te kunnen verbeteren. Ook dient steeds meer rekening gehouden te worden met de omgeving, zoals het beperken van emissie van nutriënten. Teelt op substraat is een methode die in veel gewassen meerproductie heeft opgeleverd en biedt tevens de mogelijkheid om emissie te beperken. Al 20 jaar worden er Alstroemeria's op enkele bedrijven op substraat geteeld. De meeste bedrijven telen echter nog in de grond, omdat Alstroemeria op substraat met de huidige teeltmethoden nog geen duidelijke meerproductie laat zien. De laatste jaren is de belangstelling voor de teelt op substraat stijgende in Nederland. Dit komt door de stijgende kosten voor energie (stomen) en meststoffen, vervanging (leegloop van de kas bij teeltwisseling) en de problematiek van aaltjes en structuurbederf in de kasgrond. Ook de regelgeving omtrent Kaderrichtlijn water kan teelt in de grond in de toekomst bemoeilijken.

Om de teelt op substraat te verbeteren, is meer kennis gewenst over bemesting in Alstroemeria. Ook de grondtelers hebben baat bij deze kennis. De meerproductie op substraat ten opzichte van de grondteelt is minder hoog dan bij andere gewassen die op substraat zijn overgegaan. Deze meerproductie is wel noodzakelijk om de extra investeringskosten terug te verdienen. Op substraat is bemesting beter te sturen, maar in Alstroemeria is nog onvoldoende kennis aanwezig om deze meerwaarde te benutten. Met name over de opname van calcium is nog niet veel bekend. Deze kennis is gewenst omdat Alstroemeria gevoelig kan zijn voor bladverbranding (bij grote weersveranderingen, schokken in de verdamping en in de winterperiode) en dat knopverdroging bij bepaalde cultivars in de winterperiode een probleem kan zijn, ondanks het gebruik van assimilatiebelichting. Dat het element Ca hier mogelijk ook een belangrijke rol speelt is bekend maar welke interactie er is met K, Mg, EC niveau en pH is voor Alstroemeria nog nooit onderzocht. Door deze kennis te genereren en toe te passen kan de substraatteelt eerder rendabel worden.

## 1.2 Doelstelling(en) en afbakening

Eind 2010 is budget beschikbaar gesteld door het Productschap tuinbouw voor een 2 jaar durend onderzoek met als doelstelling:

*“Bepalen wat de juiste verhouding K:Ca bij verschillende EC-niveaus is gedurende het jaar om zo de productie en kwaliteit van Alstroemeria te verbeteren.”*

## 1.3 Te bereiken resultaten

Een beter inzicht in de verhouding K:Ca en de rol van calcium in bladverbranding/vochtbladjes, knopverdroging en productie gedurende het jaar. Er wordt een advies uitgebracht over de verhouding K:Ca in relatie tot EC gedurende het jaar





## 2 Materiaal en methoden

Het onderzoek bestond uit twee fases.

Fase 1: Literatuurstudie naar de beschikbare kennis van bemesting in Alstroemeria.

Fase 2: Een kasproef van twee jaar. Start kasproef in september 2010.

### 2.1 Kasproef

De planten van ras Primadonna zijn woensdag 8 september 2010 geleverd en donderdag 9 september 2010 geplant. De proef is in de week van 1 sept 2012 gerooid.

#### 2.1.1 Kasinrichting

De proef is uitgevoerd in op het proefbedrijf in Bleiswijk in Kas 6.04 (144 m<sup>2</sup>, 6 bedden van 13m). Er lag 1 CO<sub>2</sub> darm per bed en er was een CO<sub>2</sub> doseer capaciteit van 150 kg CO<sub>2</sub>/ha/uur. Er hing assimilatiebelichting met SON-T HPS lampen vergelijkbaar met circa 6000 lux. De kas was uitgerust met 2 schermen (xls10 en xls 95b/w revolux) en verneveling. CO<sub>2</sub>, belichting en verneveling waren geen onderzoekfactor.

#### 2.1.2 Substraatsysteem

De bedbreedte was 1.20 m (gaas) en 0.4 m pad. Binnen het bed stond de tempexbak van 80 cm breed, met daarin 2 plastic bakken/goten van ±32 cm breed). Er is een Alstroemeria-substraatsysteem van leverancier JB Hydroponics gebruikt. Het systeem bestond uit een Tempex goot (80 cm breed), drainslang, antiworteldoek, kunstofbakken met draingaten, rekjes voor bodemkoeling (4 slangen per bed). Verwarming aan beide zijden langs het bed en vlak boven de grond.

De bakken zijn gevuld met fijn kokossubstraat ((BvB BC5 CCPsub 17848) met daarop een afdeklaag 3 cm styromull grove korrel. De kokos is vooraf gespoeld van Calcium. Voorbemesting is praktijkconform door de leverancier uitgevoerd met NPK 12:14:24. 0,8 kg/m<sup>3</sup>. Op 7 september is de EC bepaald van de kokos in 1:1,5 volume-extract. Deze was 1,1 a 1,2 mS/cm.

De bodemkoeling bestond uit twee lussen per bed, (twee aanvoer en twee retour). Aanvoer aan de buitenkant van het bed, retour aan de binnenkant. Er is een bodemtemperatuur tussen 14 en 15 °C nagestreefd.

Er lagen 2 in-line druppelslangen per bed van 25 mm doorsnee met om de 30 cm een drukgecompenseerde en afsluitbare druppelaar. Afgifte per druppelaar was 2,2 l/h. Er is watergegeven op aanvankelijk 50% overdrain, maar dit is later bijgesteld naar 30% tot maximaal 40% in verband met te nat substraat. Er is geen recirculatie toegepast.

Het steunmateriaal bestond uit 3 lagen verstelbaar gaas (maaswijdte 20 bij 20 cm) van 1,20 m breed, ondersteund door palen van 1,80 meter lang.



Figuur 1. Kasproef bij start van de teelt. Tegen beide zijgevels zijn randrijen geplant.

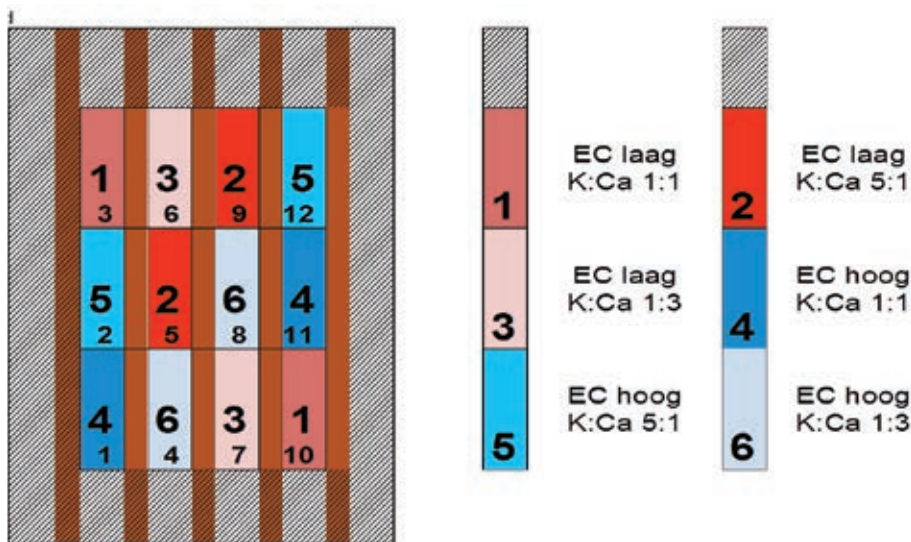
## 2.1.3 Behandelingen

In de kas zijn zes bemestingsbehandelingen in tweevoud gerealiseerd:

EC (mS/cm): 2 behandelingen; 1,5 / 2,5 als streefwaarde in het wortelmilieu.

K:Ca verhouding: 3 behandelingen 5:1/ 1:1 / 1:3 als streefwaarde in het wortelmilieu

Om de interactie tussen EC en K:Ca te bepalen zijn alle twee de EC trappen met alle drie de K:Ca verhoudingen onderzocht. Dit gaf zes verschillende behandelingen. In tweevoud gaf dit twaalf proefvakjes die volledig geward in de kas zijn aangelegd (Figuur 2.).



Figuur 2. Overzicht van de proefvakken in de kasproef.

Behandeling 1 met EC van 2 mS/cm en K:Ca verhouding van 1:1 is de meest praktijkconforme behandeling en is als referentie gebruikt.

De gift om op de streefwaarde per behandeling uit te komen is weergegeven in Tabel 1. De eerste twee weken na aanplant hebben alle behandelingen de gift van de behandeling 1 gekregen, totdat ze goed aangeslagen waren. De voedingsschema's zijn weergegeven in Bijlage 1. Er is niet gecirculeerd dus de voedingsoplossing is steeds in dezelfde samenstelling gegeven.

Tabel 1. Overzicht van de behandelingen in de kasproef.

Behandeling	Gift (variabel)		Wortelmilieu (op sturen)	
	EC-gift	K:Ca-gift	EC	K:Ca
1 (referentie)	2	2,5:1	1.5	1:1
2	2	10:1	1.5	5:1
3	2	2.5:3	1.5	1:3
4	3	2,5:1	2.5	1:1
5	3	10:1	2.5	5:1
6	3	2.5:3	2.5	1:3

Controle op de realisatie is op analyse van de drain uitgevoerd. Als er meer dan 25% afwijking is in de drain ten opzichte van de streefwaarde in het wortelmilieu van de behandeling, dan wordt de gift aangepast.

## 2.1.4 Registraties en waarnemingen

De onderstaande metingen en registraties zijn uitgevoerd De kas was voorzien van een reguliere Hoogendoorn meetbox, aangevuld met PAR meter en planttemperatuur meter.

### Kasklimaat:

- Kasttemperatuur (°C)
- RV (%)
- Vocht deficit (g/m<sup>3</sup>)
- PAR-licht op gewasniveau (µmol/cm/m<sup>2</sup> en mol/m<sup>2</sup>/dag)
- CO<sub>2</sub> (PPM)
- Planttemperatuur (IR camera; °C)
- Alle raamstanden en doekstanden
- Pulsduur en aantal pulsen verneveling

### Bodem:

- Voedingsanalyses. Eerste periode tweewekelijks drainanalyse nutriënten, later driewekelijks. Bij twijfel aan representativiteit van de drainanalyse is substraatanalyse uitgevoerd.
- Vochtgehalte (%)
- EC (mS/cm)
- Bodemtemperatuur (°C)

### Plant:

- Bladanalyse nutriënten (tweemaandelijks)
- Er zijn bladpunten ter grootte van een half blad, van volgroeide jonge bladeren zijn bemonsterd) Monsters zijn tot 2011 geanalyseerd door blgg en vanaf 1-1-2012 door Groen Agro control.
- Productie in aantal takken en gewicht per veld (oogst 2 à 3 keer per week)
- Takken zijn direct na de oogst per veldje gewogen. Tot mei 2011 zijn takken getrokken, daarna zijn alle takken geknipt. Hoeveel (gewicht) loos per veld is in 2012 bijgehouden op verzoek van de BCO.
- Taklengte, tagewicht en stevigheid per tak (maandelijks).
- Alle waarnemingen zijn bij 3 keer oogsten uitgevoerd, zodat tenminste tien takken per veldje beoordeeld zijn bij elke waarneming. Indien de productie hoger was zijn meer takken gemeten, maar altijd minimaal tien takken. Stevigheid is beoordeeld door de takken in het midden vast te pakken en het doorbuigen visueel te beoordelen. Een waarde van 1 was sterk doorbuigen en een waarde van 5 was niet doorbuigen.

- Vochtblaadjes en andere voorkomende afwijkingen (wekelijks).  
Vochtblaadjes zijn vanaf de start van de oogst in december 2010 geteld en ook in het meest prille stadium in de beoordeling meegenomen (Figuur 4.). Afgroeiers zijn vanaf de zomer van 2011 geteld, planten met uitvalsverschijnselen (slechte planten) vanaf september 2011 en takken met geknepen bloemen en bloemknopverbranding vanaf mei 2012.



Figuur 4: Vochtblaadjes in pril stadium

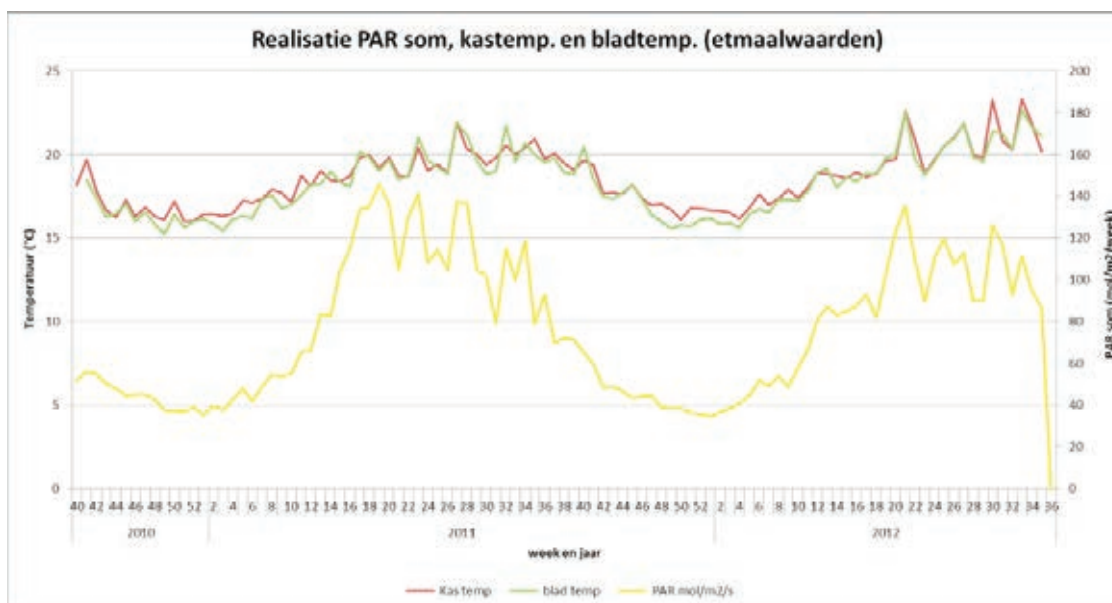


Figuur 3: afgroeier

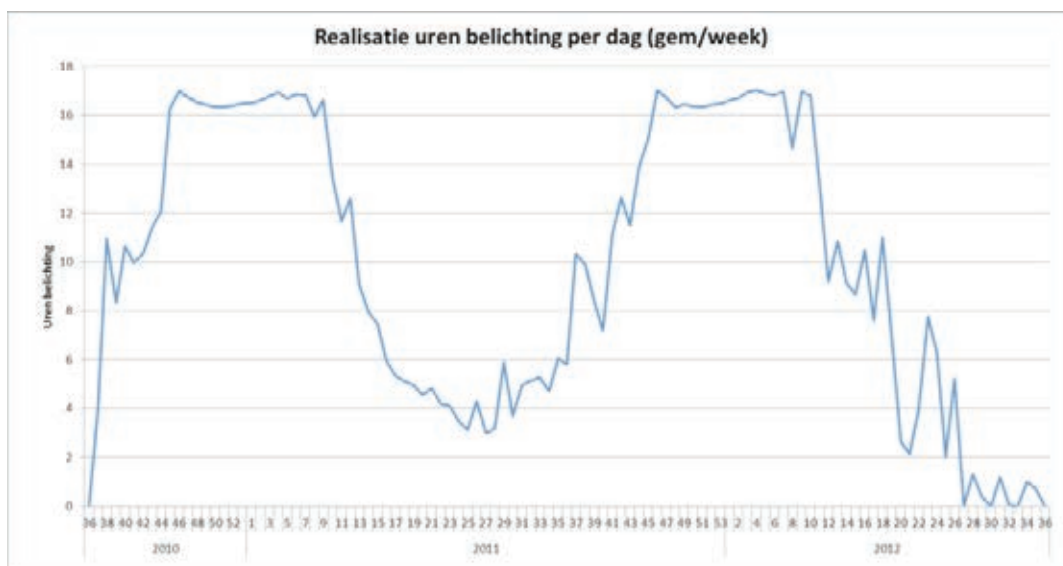
- Ondergrondse kwaliteit  
Aan het einde van de proef is een sloopwaarneming uitgevoerd van de ondergrondse delen over 1 meter bed. Aantal rizhomen is geteld en gewogen, hoeveelheid en kleur van de wortels is bepaald en het aantal voedingsknollen is geteld.

## 2.2 Realisatie klimaat

Gemiddelde etmaaltemperatuur en planttemperatuur per week en de gemiddelde lichtsom per week zijn weergegeven in Figuur 5. Het aantal uren belicht is weergegeven in Figuur 6. Samengevat was er in 2012 iets minder licht dan in 2011 en is een iets hogere kasttemperatuur gerealiseerd. In 2012 is iets meer geschermd in de zomer en iets minder belicht. De etmaaltemperatuur is echter vaker aan de hoge kant geweest. Dit is het gevolg van buitenomstandigheden geweest.



Figuur 5. Gerealiseerde gemiddelde etmaalwaarden voor temperatuur en weksom licht (PAR som per week). Bij een transmissie van 65% is 100 MOL/m<sup>2</sup> PAR 7260 J/cm<sup>2</sup> buiten gemeten.

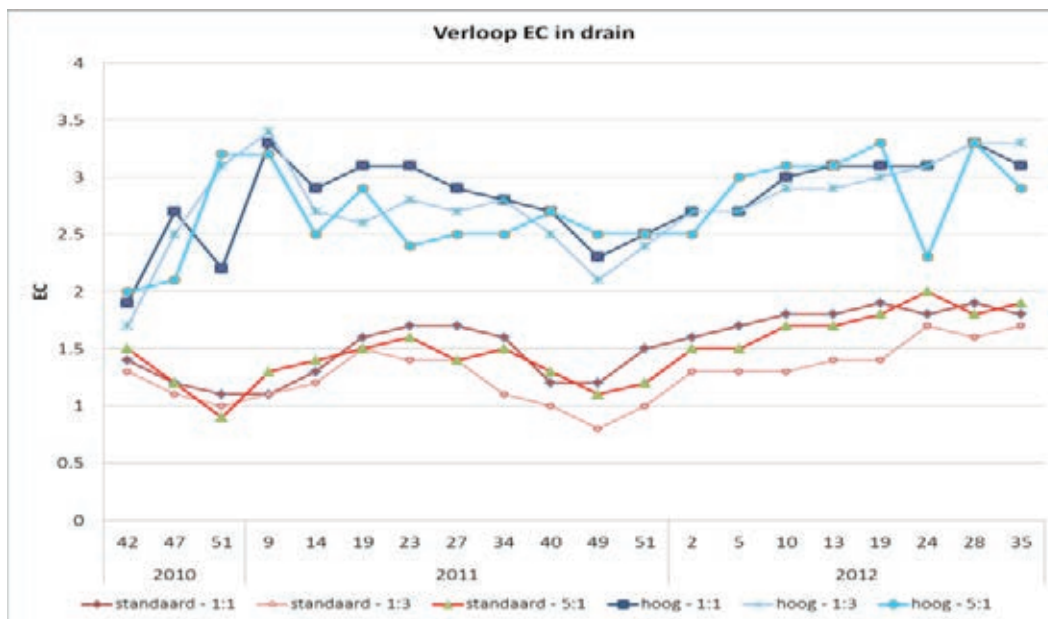


Figuur 6. Gerealiseerde uren belichting per dag (gemiddelde per dag op weekbasis).

## 2.3 Realisatie voeding

### 2.3.1 EC

De EC in de voedingsoplossing varieerde tussen 1.8 tot 2.5 voor de standaard behandeling en 2.8 tot 3,5 mS/cm voor de hoog EC behandeling, afhankelijk van het seizoen. Bij de start is het substraat verzadigd met het voedingsschema van EC standaard 1:1. De EC werd in overleg met de BCO en de teeltvoorlichter aangepast. In maart 2011 is het verschil tussen standaard en hoog EC teruggebracht van 2 mS/cm naar 1 m/cm. Er is daarna altijd een verschil van 1 mS/cm aangehouden in de voedingsoplossing. In november 2011 is de EC verhoogd tot een maximum van 2.5 voor standaard EC en 3.5 mS/cm voor hoog EC. In het voorjaar/zomer is de EC verlaagd tot een minimum EC van 1.8 en 2.8 in juli 2012. De EC is wekelijks door het proefbedrijf gemeten en maandelijks met de voedingsoplossing in het laboratorium geanalyseerd (Figuur 7.). Algemeen kan gesteld worden dat het nagestreefde verschil van 1 mS/cm steeds goed is gerealiseerd. De fluctuaties hangen meer samen met het percentage drain ten opzichte van de gift dan de EC van de gift. In 2011 is een drain van 40 a 50% ten opzichte van de gift aangehouden. In 2012 is een drain van 30 a 40% ten opzichte van de gift aangehouden. Bij het verhogen van de watergift namen problemen met uitval toe, daarom is in 2012 een, voor Alstroemeria, relatief laag drain percentage aangehouden. Dit verklaart waarom de EC in de zomer van 2012 iets hoger oploopt dan in de zomer van 2011.

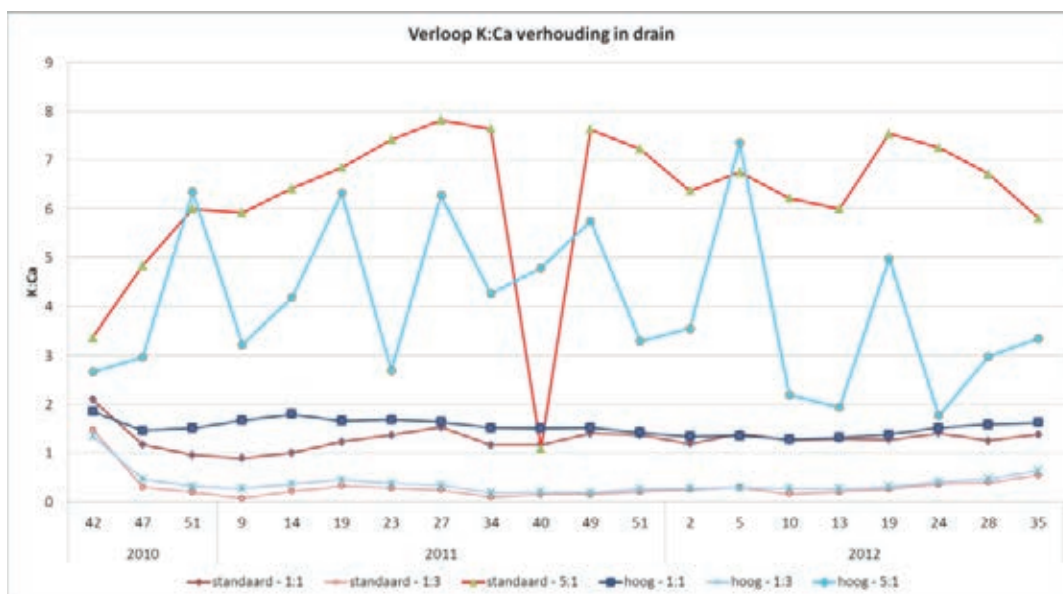


Figuur 7. Verloop van de EC in het drainwater voor de verschillende behandelingen per weeknummer en per jaar weergegeven.

### 2.3.2 K:Ca verhouding

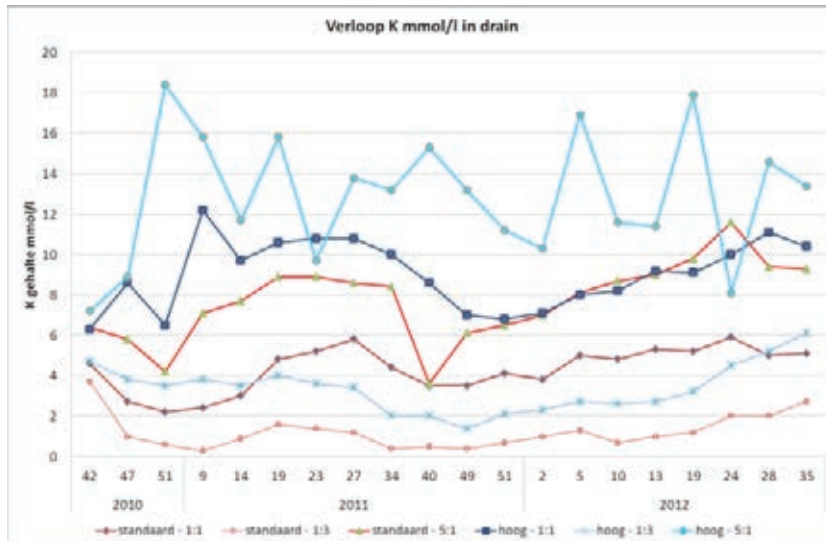
De berekende verhouding van de behandelingen is voor K:Ca 5:1 is 5, 1:1 is 1 en 1:3 is 0,3. In Figuur 8. is deze verhouding berekend per drain analyse weergegeven. De behandeling 1:3 en 1:1 zijn stabiel gerealiseerd dan de 5:1 verhouding. Bij de standaard EC is de verhouding vaker 6 dan 5 en bij de hoge EC is de verhouding in 2012 regelmatig wat te laag geweest. In grote lijnen zijn de verschillen in de drain redelijk goed gerealiseerd.

De analyse van het substraat bij de oogst laat zien dat de K:Ca verhouding in het substraat voor de 5:1 behandelingen groter was dan 5:1, op dat moment eerder 10:1. Ook bij de overige behandelingen was er naar verhouding meer K dan Ca in het substraat. Ook in het substraatmonster van januari 2011 is te zien dat er relatief meer K in het substraat was dan Ca (bijlage 3).



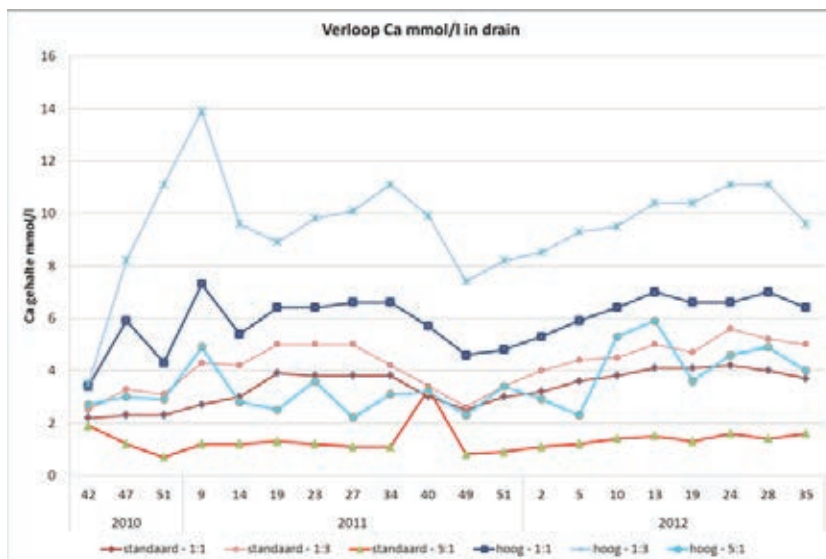
Figuur 8. Verloop van de K:Ca verhouding voor de verschillende behandelingen per weeknummer en per jaar weergegeven.

Belangrijk is te realiseren dat Figuur 8. een verhouding toont. De absolute K uit de analyses zijn weergegeven in Figuur 9. De beide 5:1 behandelingen en de hoog EC 1:1 Behandeling hadden het hoogste K gehalte. De laag EC 1:3 behandeling had soms een K gehalte lager dan 0.5 mmol/l. Vanwege dit lage K cijfer in de drain is het K gehalte van de voedingsoplossing in maart voor alle behandelingen een in augustus voor beide 3:1 behandelingen verhoogd (bijlage 2). In maart 2012 is de ophoging weer een beetje teruggebracht.



Figuur 9. Verloop van de K-concentratie in het drainwater voor de verschillende behandelingen per weeknummer en per jaar weergegeven.

Figuur 10. laat het verloop van de absolute Ca waarden zien. De hoog EC 1:3 en de hoog EC 1:1 behandeling hebben steeds het hoogste Ca gehalte in de drain gehad. De behandeling standaard EC 5:1 had altijd het laagste Ca gehalte in de drain. De voedingsoplossing is hierop niet aangepast.



Figuur 10. Verloop van de Ca-concentratie in het drainwater voor de verschillende behandelingen per weeknummer en per jaar weergegeven.

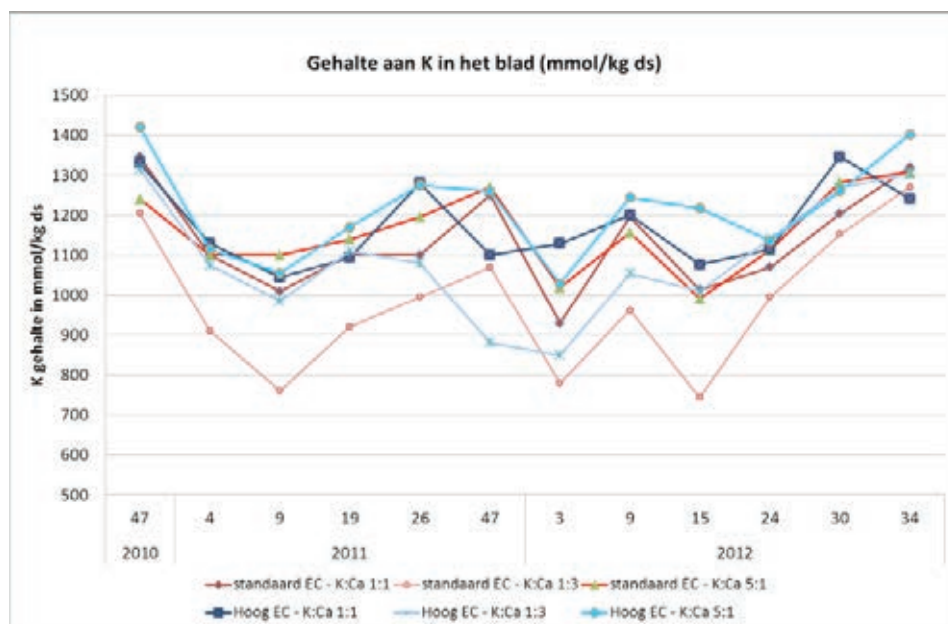
## 2.3.3 Overige elementen in analyses

Alle resultaten van drain en substraat analyses zijn weergegeven in Bijlage 3. Naast de al besproken verschillen die het gevolg zijn van de behandeling zijn er ook bij andere elementen verschillen geweest. De meeste verschillen zijn terug te voeren op kleine verschillen in EC tussen de behandelingen met dezelfde EC. Een uitzondering hierop is het lage Mg cijfer in de 5:1 behandelingen bij zowel standaard als hoge EC. Ook is er 0.2 tot 0.5 punt pH verschil geweest tussen hoog EC en standaard EC behandelingen, dit kan ook gevolgen hebben gehad voor de opname.

## 2.3.4 Voedingsgehalten in het blad

### 2.3.4.1 Kalium

Figuur 11. laat het verloop van het K gehalte in de droge stof van de bladpunten zien per analyse (weeknummer). De behandeling standaard EC 1:3 heeft bij alle analyses een duidelijk lager K gehalte. De behandeling hoog EC 1:3 heeft alleen in de wintermaanden een lager K gehalte in het blad.

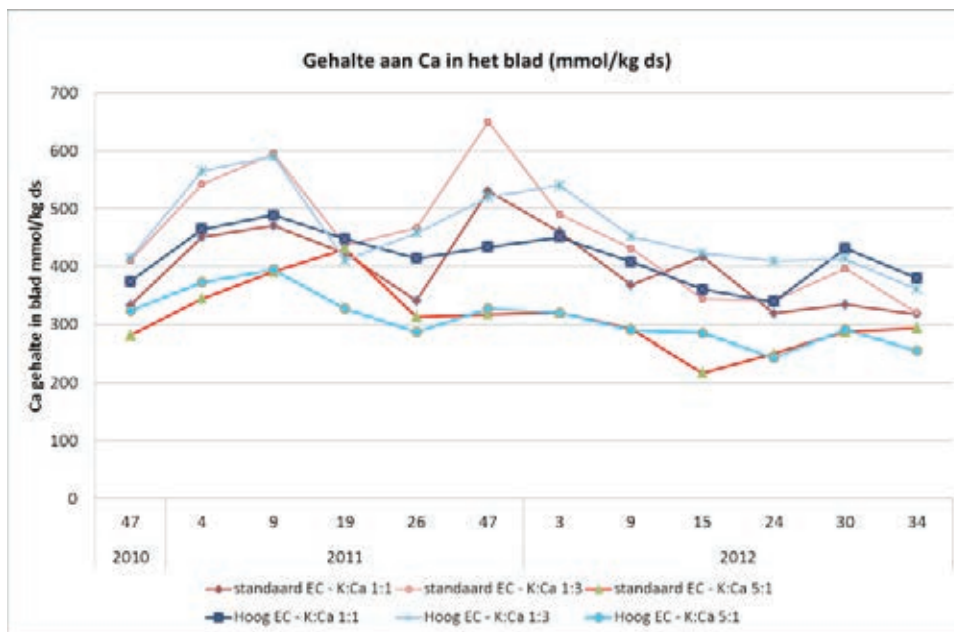


Figuur 11. Het verloop van de K-concentratie in het blad bij de verschillende behandelingen per weeknummer en per jaar weergegeven.

### 2.3.4.2 Calcium

Figuur 12. laat het verloop van het Ca gehalte in de droge stof van de bladpunten zien per analyse (weeknummer). Beide behandelingen 5:1 hebben bij alle analyses een duidelijk lager Ca gehalte. Beide 1:3 behandelingen, maar iets meer nog hoog EC 1:3 heeft een hoger Ca gehalte in de droge stof van het blad laten zien.



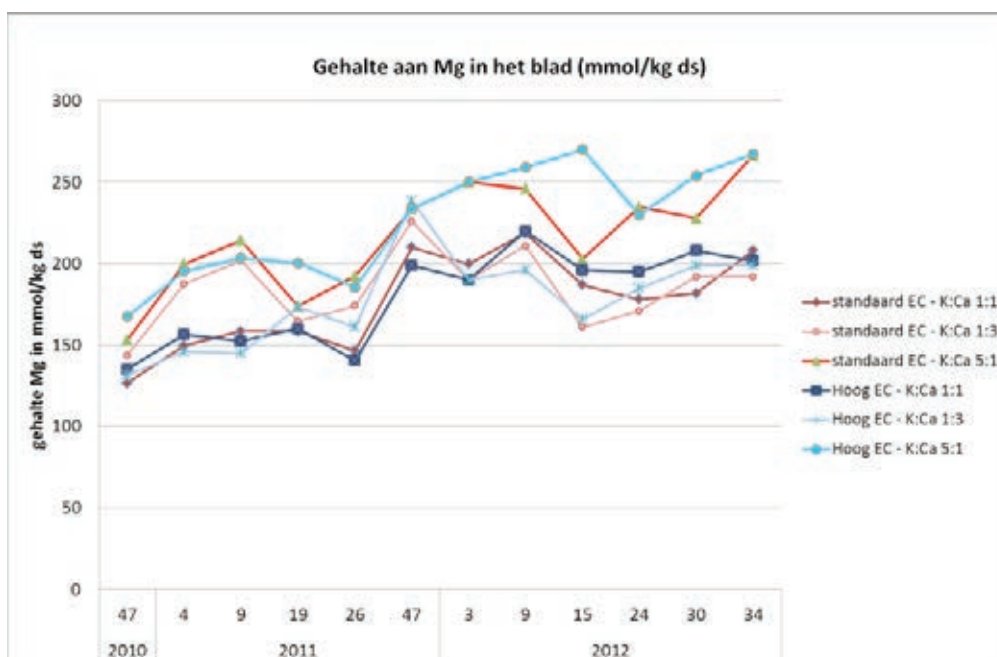


Figuur 12. Het verloop van de Ca-concentratie in het blad bij de verschillende behandelingen per weeknummer en per jaar weergegeven.

Samengevat kan gesteld worden dat de verschillen die in de voedingsoplossing gemaakt zijn ook bij analyse van het blad nog zichtbaar waren. Dit geldt met name als K of Ca in lage hoeveelheid in de voedingsoplossing zat. EC lijkt niet of veel minder van invloed op het gehalte K of Ca in het blad dan de K:Ca verhouding in de voedingsoplossing.

### 2.3.4.3 Overige elementen

Alle resultaten van de bladanalyses zijn weergegeven in Bijlage 4. Het percentage droge stof en de gehalten van de overige elementen in het blad fluctueerde wel, maar vooral over het seizoen. De enige uitzondering hierop was Magnesium (Mg). De resultaten van de bladanalyse voor magnesium zijn weergegeven in Figuur 13. De behandelingen met K:Ca verhouding 5:1 hadden duidelijk een hoger gehalte Mg in het blad, terwijl het gehalte Mg in de drain analyse altijd lager was bij de 5:1 behandelingen. Er is dus meer Mg opgenomen, vermoedelijk door het lage Ca gehalte. Er lijkt dus een sterker antagonisme te zijn geweest tussen Ca en Mg, dan K en Mg.



Figuur 13. Resultaten van de bladanalyse voor Magnesium (Mg).

In de behandeling standaard EC 3:1 is het gehalte aan stikstof in het blad gemiddeld ook wat lager geweest (bijlage 4). De EC in de drain van deze behandeling is ook gemiddeld iets lager geweest (Figuur 7.).

## 2.4 Data-analyse en statistiek

De data is in Excel visueel gemaakt. Vervolgens zijn de verschillen onderzocht met een Anova bewerking in GenStat (15th edition SP1) op basis van Fischer protected LSD. De statistische analyses zijn uitgevoerd op de totalen, tenzij seizoensinvloed werd vermoed, in dat geval is voor de wintermaanden en de zomermaanden een aparte analyse uitgevoerd. Ook zijn de verschillen steeds per jaar en over de gehele proefperiode bekeken.

Het takgewicht is gemeten per volledige tak. Voor de analyse is dit omgerekend naar takgewicht per tak van 80cm, zodat de lengte niet verstorend is. Deze berekening is uitgevoerd door gedurende twee maanden het gewicht van het stengeldeel langer dan 80 cm te bepalen. Door dit gewicht per cm te bepalen kan het 80 cm gewicht berekend worden:  
*80 cm gewicht = totaal gewicht - ((lengte - 80 cm) \* gr/cm onderste deel).*

## 3 Literatuurstudie

Over het belang en de opname van Ca is nog niet veel bekend in *Alstroemeria*. *Alstroemeria* kan gevoelig kan zijn voor necrotische bladpunten en knopverdroging. Necrotische bladpunten lijken vooral voor te komen bij grote weersvergangen en schokken in de verdamping en in de winterperiode. In veel gewassen zijn dergelijke symptomen gerelateerd aan Ca-opname en verdeling. Daarom zal een groot gedeelte van dit literatuuronderzoek daarop richten. Knopverdroging komt vaak door een assimilantetekort waardoor de plant niet in staat is de gevormde knoppen uit te laten groeien waardoor deze aborteren. Assimilantetekort komt meestal door lichtgebrek en is te verminderen door gebruik van assimilatiebelichting. In hoeverre bemesting een rol speelt bij knopverdroging bij *Alstroemeria* is niet bekend.

### 3.1 EC

Ervaring vanuit de praktijk is dat *Alstroemeria* gevoelig is voor hoge zoutgehaltes (HilverdaKooij 2010). Uit onderzoek met een variatie in EC van 0,75; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 en 5,0 mS/cm bij *Alstroemeria* (cv. Wilhelmina en Cinderella) bleek de EC invloed te hebben op takgewicht, maar niet op het aantal takken. De productie was het beste bij een EC tussen de 1,5 en de 3,0 mS/cm. In de winter is een hogere EC wenselijk dan in de zomer. Bij de lagere EC's waren de takken te licht. Bij de hogere EC waren de takken ca. 20 cm korter en werd ook gewicht ingeleverd. Deze proef is uitgevoerd op het substraat perliet. (Noort 1994). In een proef met *Alstroemeria* op eb/vloed is ook geen betrouwbaar verschil op aantal takken gevonden tussen een EC van 2,0 mS/cm en een EC van 3,5 mS/cm, maar wel op steeltgewicht. Bij een EC van 2,0 mS/cm waren de stelen met gemiddeld 56 gram iets zwaarder dan bij een EC van 3,5 mS/cm met 55 gram. In een herhaling gaf eveneens een EC van 2,0 mS/cm iets zwaardere takken (51g) dan een EC van 5,0 mS/cm (48g) en een EC van 1,0 mS/cm (50g) (Uitermark 2000).

Ook in Amerikaans onderzoek met cv Parigo Pink werd een negatief effect van hoge EC op de lengtegroei gevonden. De EC in deze proef varieerde van 0,57 tot 1,84 mS/cm. De bloemproductie werd in deze proef niet beïnvloed door de Ca gift (toevoeging van 0, 1, 2, 4, 8 en 12 mmol l<sup>-1</sup> Ca in de vorm van Ca(NO<sub>3</sub>) en CaCl<sub>2</sub> aan leidingwater welke 0,2 mmol l<sup>-1</sup> bevat). Wel nam de gemiddelde lengte en drooggewicht van de top af met toenemende Ca concentratie van 8 naar 12 mM en ontstond wortelschade. Dit kan door Cl<sup>-</sup> komen (16 mmol l<sup>-1</sup>) of doordat de EC ook hoger was bij een hogere Ca concentratie. De bloemproductie werd wel beïnvloed door stikstofgift. Bij toevoeging van 0; 3,5; 7; 14; 28,5 en 57 mmol l<sup>-1</sup> in de vorm van KNO<sub>3</sub> en Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> aan leidingwater welke <0,2 mmol l<sup>-1</sup> bevat, gaf 28,5 mmol l<sup>-1</sup> de hoogste productie. De stikstofconcentratie in het blad is dan 45 g kg<sup>-1</sup>. Dit is ongeveer 3200 mmol N/kg droge stof blad. *Alstroemeria* lijkt niet zo gevoelig voor de verhouding NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Deze proef is uitgevoerd op substraat (mengsel van sphagnum peat, vermiculite, perlite, limestone en toegevoegde nutriënten). De concentratie Ca in dit mengsel was 68 mg l<sup>-1</sup>. (Smith, Elliott *et al.* 1998).

De EC kan ook de calciumverdeling in de plant beïnvloeden. Bij tomaat is een interactie gevonden tussen calciumverdeling in de plant en de EC in de voedingsoplossing. Een hogere EC leidde tot een toename van Ca concentratie in het blad en een afname van Ca concentratie in de vruchten. Een hoge osmotische potentiaal in het wortelmilieu bemoeilijkt het Ca transport naar de vruchteinden (Ehret 1986). Bij een EC van 4,6 kwamen bij 'Yellow King' meer necrose aan de bladpunten voor dan bij een EC van 3,6. In dit Noorse onderzoek wordt een EC van 2,5 geadviseerd (Anonymous 1997).

## 3.2 pH

De ervaring is dat Alstroemeria een voorkeur heeft voor lichtzure gronden. Bij een pH waarde van 6.5 zijn alle meststoffen goed beschikbaar voor de wortels. Een te hoge pH (>7) kan bij Alstroemeria leiden tot een gebrek aan mangaan of ijzer. Bij ijzergebrek is er een vergeling van het jongste blad. De fijnste nerven blijven groen. Dit komt vaak voor in het voorjaar of na een snee. Bij mangaangebrek is er ook vergeling van het jongste blad, maar hierbij blijven alleen de hoofdnerven groen. Een te lage pH kan leiden tot een overmaat aan mangaan of een gebrek aan molybdeen (HilverdaKooij 2010; Van Zanten 2010). Ook vanuit andere gewassen is dit bekend (Sonneveld 2009). Mangaanovermaat kan ook ontstaan na het stomen. Het gehalte aan  $\text{CaCO}_3$  (koolzure kalk) moet afhankelijk van de grondsoort ongeveer tussen de 0,5 en 1% liggen (HilverdaKooij 2010). De optimale pH ligt voor de meeste gewassen tussen de 5 en de 6 (Sonneveld 2009).

De pH speelt ook een rol bij calciumopname. Bij lage pH moet de Ca concentratie in de oplossing hoger zijn om te concurreren met het effect of veel  $\text{H}^+$  rondom de wortels. Bij de meeste gewassen is bij grondoplossingen een hogere  $\text{Ca}^{2+}$  concentratie nodig dan in de voedingsoplossingen bij teelt op water (flowing nutrient solutions) (297) (Marschner 1995).

## 3.3 Bemestingsschema's

Kwekers van Alstroemeria hebben de ervaring dat Alstroemeria gevoelig is voor lage K en  $\text{NO}_3$  cijfers en dat lage cijfers voor Fe en Mn de bladkleur negatief beïnvloeden door het optreden van chlorose (De Groot 2010). Bij sommige Alstroemeria cultivars (Starosa en Regina) is snel ijzergebrek te zien (Milde 1983). Pools onderzoek met Alstroemeria in 10 liter potten met kokos gaf de hoogste opbrengst bij een NPK gift van 300:150-300:600 mg/liter in het eerste jaar en 300-450:300:900 mg/liter in het tweede jaar. Omgerekend naar mmol is dit 21 mmol N, 5-10 mmol P en 15 mmol K in het eerste jaar en 21-32 mmol N, 10mmol P en 23 mmol K per liter. De behandelingen bestonden uit NPK 150-600:150-300:300-900 mg/liter substraat. De gebruikte cultivar was Regina (Lisiecka 1983). Belgisch onderzoek gaf de hoogste bloemproductie bij bemesting met N en  $\text{K}_2\text{O}$  van 10 en 25  $\text{g/m}^2$  met  $\text{P}_2\text{O}_5$  van 10  $\text{g/m}^2$ . Omgerekend naar mmol is dit 714 mmol N, 140 mmol P en 532 K en per  $\text{m}^2$ . De behandelingen bestonden uit bemesting met N van 5-15  $\text{g/m}^2$  en  $\text{K}_2\text{O}$  van 20-30  $\text{g/m}^2$ . Toegediend tussen het eind van november en midden maart en uitgevoerd met cultivar Red Sunset (Blomme 1982). De opname van meststoffen door het gewas is sterk afhankelijk van de gewasontwikkeling en de groeisnelheid van het gewas. De seizoenen spelen daarin uiteraard een grote rol. Vooral in het voorjaar is er sprake van een groeiversnelling waarbij de water- en mestbehoefte sterk toenemen (Van Zanten 2010). HilverdaKooij adviseert in de winter een hogere EC bij gelijkblijvende Kali en stikstof om een stugger gewas met smallere bladeren te krijgen waardoor meer licht tussen het gewas kan vallen (HilverdaKooij 2010). Er zijn verschillende bemestingsschema's voor Alstroemeria beschikbaar. Deze zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Streefwaarden in het substraat en de grenzen voor *Alstroemeria* bij gesloten teelt (steenwol of perlite) (De Kreij 1997) en voedingstoestand van de grond (HilverdaKooij 2010) en de streefcijfers voor bemestingstoestand op grond/substraatteelt (Van Zanten 2010).

Bepaling	Streefcijfer (De Kreij 1997)	(HilverdaKooij 2010)	(Van Zanten 2010) (1:2 volume-extract)	Grenzen	(HilverdaKooij 2010)	(Van Zanten 2010) (1:2 volume-extract)
EC (mS/cm)	2.0	1.0 (zomer) 2,0 (Holtum, Winter <i>et al.</i> )	1.0 (substraat 2.0-2.5)	1.3-3.0		0.8-1.2
pH	5.5		6.5	5-6	<7	5.5-7.0
NH <sub>4</sub> (mmol/l)	0.1	<0,5		0-0.5	<0.5	
K	5.0	1.5 (zomer) 2 (Holtum, Winter <i>et al.</i> )	1.0-2.0	3.3-6.7	1,2-2	1.0-2.0
Na	<5	<2.0	<1.0	0.1-5.0	<2	
Ca	5.0	2.0	2.0	3.3-6.7	1.6-2.4	1.5-2.5
Mg	2.0	1.2	1.2	1.3-2.7	0.8-1.6	0.8-1.5
NO <sub>3</sub>	13.0	4.0 (zomer) 2 (Holtum, Winter <i>et al.</i> )	4.0	8.6-17.3	3.5-5	3.0-4.5
Cl	<5	<2.0	<1.0	0.1-5.0	<2.0	
SO <sub>4</sub>	2.5	1,5	1.5	1.7-3.3	1-2.0	0.5-0.25
HCO <sub>3</sub>	<1.0			0.1-1.0		
P	1.0	0.15		0.7-1.3	>0.15	
Fe (µmol/l)	30			15-45		
Mn	5			2-8		
Zn	5			2-8		
B	40			20-60		
Cu	1.0			0.5-1.5		
Mo	0.5			0.3-0.8		

De standaardvoedingsoplossing is dat wat de plant opneemt als 100% wordt opgenomen. Er is echter drain, dus wat uit de druppelaars moet komen is de druppeloplossing. Voor gesloten teelt van *Alstroemeria* is deze weergegeven in Tabel 3. Vanuit de standaardvoedingsoplossing is het meststoffenrecept te berekenen. Voor het geval de voedingsoplossing vanuit de drainanalyse wordt berekend, is ook de samenstelling van de druppeloplossing gegeven.

Tabel 3: Standaard voedingsoplossing voor gesloten teelt en de druppeloplossing.

Elementen	Standaard voedingsoplossing	Druppeloplossing
EC (mS/cm)	1.1	1.6
NH <sub>4</sub> (mmol/l)	0.7	0.7
K	4.3	5.8
Ca	2.0	3.5
Mg	0.7	1.3
NO <sub>3</sub>	7.3	11.2
SO <sub>4</sub>	1.2	1.95
P	0.7	1.0
Fe (µmol/l)	25	25
Mn	5	5
Zn	4	4
B	20	30
Cu	0.75	0.75
Mo	0.5	0.5

Bron: (De Kreij 1997)

Bij het natmaken van nieuw substraat zoals steenwol of perlite is een aangepast schema nodig (Tabel 4.). Sommige rassen (o.a. Wilhelmina) kunnen veel K opnemen. Hiervoor moet de standaardvoedingoplossing worden aangepast.

Tabel 4: Aanpassingen in de voedingsoplossing afhankelijk van teeltstadium.

	NH <sub>4</sub> mmol/l	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	B µmol/l	Fe
Natmaken nieuw substraat bij aanvang teelt	-0.7	-1.0	+0.5	+0.35	-0.75	+0.5	-0.25	+10	+5

Bron: (De Kreij 1997)

## 3.4 Calcium

Calcium is een belangrijk element vanwege de verschillende functies in de plant. Zo draagt calcium bij aan de stevigheid van de celwanden en stresstolerantie. Het stabiliseert het celmembranen door diverse eiwitten en lipiden aan elkaar te verbinden. Calcium speelt een rol bij fysiologische processen zoals celstrekking en celdeling. Het beïnvloedt de pH in de cel en speelt een rol in de source-sink verdeling van koolhydraten (Bairu, Stirk *et al.* 2009).

### 3.4.1 Calciumgebrek- of overmaat

Een gebrek aan calcium kan leiden tot fysiologische afwijkingen. In het blad ontstaan de verschijnselen in het jonge blad of de top van de plant. Er ontstaan gele vlekken op de randen van het jonge blad en het groeipunt welke uiteindelijk kunnen afsterven. Meestal wordt het gebrek veroorzaakt door een ongelijke verdeling van Ca in de plant en niet zozeer door de Ca concentratie van de gehele plant of zelfs het gehele plantendeel. Hierdoor is moeilijker te bepalen of calcium gebrek de oorzaak van de fysiologische afwijkingen is. Een van de meest bekende symptomen van Ca gebrek is bladrand (tip burn) in bladgewassen zoals sla en Chinese kool. De jonge bladeren zitten hierbij zo dicht op elkaar dat deze nauwelijks

kunnen verdampen. Bladrand kenmerkt zich door necrose aan de bladpunten van het jonge blad. De calciumconcentratie in het blad van deze gewassen wordt gekarakteriseerd door een sterke afname van het buitenste naar het binnenste blad en van de rand naar de middennerf. Deze bladeren die zeer weinig verdampen worden nauwelijks voorzien van Ca omdat Ca bijna alleen getransporteerd wordt via de xylemvaten. Ook in andere gewassen waar het jonge blad in het begin van de ontwikkeling tegen elkaar aan zit, treedt necrose van de bladranden op bij Ca gebrek. Voorbeelden hiervan zijn komkommer, tomaat, aardbei, poinsettia en bloemkool. In vruchtgewassen kan Ca gebrek zich ook uiten in de vruchten, zoals neusrot (blossend-rot) bij tomaat en paprika. Dit is sterk afhankelijk van de verdeling van Ca in de vruchten, welke net als het jonge geclusterde blad nauwelijks verdampen. Bij tulp en hippeastrum (*amaryllis*), kan calciumgebrek zich ook in de steel uiten. De stelen worden 'glazig', verliezen hun stevigheid en knikken (in Sonneveld 2009).

Een overmaat aan Ca uit zich in kleine gele stippen aan de bovenkant van tomatenvruchten en in paprika door kleine groene vlekjes op gekleurde vruchten. Hierbij zijn hoge Ca concentraties in de vruchten waargenomen en zoutkristallen in de cellen van de schil. Deze zoutkristallen bestaan uit calcium oxalaat ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) (in Sonneveld, 2009 #29).

In *Alstroemeria* komen ook necrotische bladpunten voor (Figuur 14.). Deze worden vaak vochtblaadjes genoemd. De relatie tussen Ca en vochtblaadjes is nog niet aangetoond. Onderzoek met *Alstroemeria* heeft wel aangetoond dat hoe vaker het vochtdeficit laag is ( $<1,7 \text{ g/m}^3$ ), hoe meer vochtblaadjes aanwezig zijn. In bladsamples uit deze proef was in de top van het blad meer calcium aanwezig dan in de rest van het blad. De verhouding tussen kalium en calcium (K:Ca) was in de top lager dan in de rest van het blad. Deze resultaten zijn slechts een indicatie. Er zijn in betreffend onderzoek te weinig bladanalyses mogelijk geweest om hier conclusies aan te verbinden. Tussen gezond blad en vochtblad waren de verschillen in Ca klein. Ook kwamen de verschillen niet overeen met het eveneens moeilijk transporteerbare borium (Labrie 2010). Weliswaar is recent gebleken dat de mobiliteit van borium sterk afhangt van de synthese van suiker alcohol en het transport van B-suiker alcohol complexen (Bairu, Stirk *et al.* 2009). In onderzoek naar toevoeren van droge buitenlucht is een afname van vochtblaadjes met 80% gerealiseerd door het verhogen van het VD tussen het gewas met droge buitenlucht (van der Helm *et al.*, 2012).



Figuur 14. Foto's vochtblaadjes in verschillende stadia bij Primadonna (boven) en Nadya (Ceusters, Londers et al.). (Uit Labrie, 2010).

### 3.4.2 Calciumopname en -verdeling

Calcium wordt vooral opgenomen in de ongedifferentieerde wortelzone. Dit is bij de wortelpunten en aanhechting van zijwortels, daar waar de endodermis nog niet gesloten is. Voor calciumopname is de aanwezigheid van jonge en vertakte wortels dus belangrijk. Meer calcium in de voeding, leidt meestal tot een hoger calciumgehalte in de plant, maar niet perse in delen die weinig verdampen. Dit komt door wijze van calciumtransport- en verdeling. Transportweefsel bestaat uit xyleem en floëem. Xyleem transporteert water met daarin opgeloste stoffen vanuit de wortels naar de bladeren (één richting). Floëem transporteert fotosyntheseproducten. Dit transport kan zowel vanuit het blad naar alle andere delen van de plant plaatsvinden als andersom. Xyleemtransport vindt voornamelijk plaats door verdamping. Calcium is zeer immobiel in het floëem en kan daarom bijna alleen via het xyleem worden aangevoerd. Weinig verdampende delen worden voornamelijk door het floëem gevoed. Jong blad bevat daardoor minder Ca dan oud blad (Raven, #36)(Marschner 1995) (Sonneveld 2009). De Ca gehalten waarbij zich gebrekverschijnselen voordoen verschillen per gewas. In groentegewassen moet de Ca concentratie in jong blad ca. 70 en in oud blad ca. 400-600 mmol kg<sup>-1</sup> droge stof zijn om symptomen van calciumgebrek te voorkomen (De Kreij 1993). In Poinsettia kwamen geen necrotische bladranden meer voor wanneer de Ca concentratie in het jonge blad boven de 175 mmol kg<sup>-1</sup> droge stof bleef (Bierman 1990). Generatieve delen zoals vruchten en bloemen hebben een hogere K:Ca ratio dan vegetatieve delen (blad) (Sonneveld 2009). De Ca concentratie van bladsamples van jong, volgroeid Alstroemeria blad in het onderzoek van (Labrie 2010) varieerden van in de top van het blad van 334 tot 482 en in de rest van het blad van 339 tot 680 mmol kg<sup>-1</sup> droge stof. Het verschil in Ca tussen gezond blad en blad met vochtblaadjes was nihil, maar met deze Ca concentraties in het blad (cv Primadonna en Nadya) waren veel vochtblaadjes aanwezig.



Het uiteindelijke ontstaan van fysiologische afwijkingen door calciumgebrek heeft vaak een gecombineerde oorzaak. Allereerst bepaalt de verdamping de opname en het transport van calcium. Calcium is nodig voor de juiste doorlaatbaarheid van stoffen door de celmembranen (stabiliteit). Ook speelt het een rol bij de stevigheid van de celwand. Bij een tekort worden de cellen daarom bij de minste of geringste stress al leeg getrokken en gaan kapot. Ten tweede ontstaat er door schommelingen in het klimaat veelal vochtstress, dat uiteindelijk tot bladpunten kan leiden. Het microklimaat rond de groeipunten speelt hierbij een rol (Voogt 2010).

In een proef bij tomaat bij een RV van 90% en een RV van 60%, bleek bij een RV van 90% een veel kleiner deel van de calcium naar het jonge blad te gaan ten opzichte van het oude blad dan bij een RV van 60%. Door de lagere verdamping bij hoge RV vindt minder transport van calcium plaats naar het jonge blad (Ho 1989). Het calciumgehalte in tomatenblad neemt toe naarmate de VPD hoger is, terwijl verschijnselen van calciumgebrek dan afneemt (in (Sonneveld, 2009 #29). Bij een proef met jong blad bij komkommer, kwamen met hoge Ca gift geen problemen voor, maar bij een lage Ca gift kwamen symptomen van calciumgebrek voor bij een lage VPD, welke lineair afnamen bij toename van de VPD (in Sonneveld 2009).

In de literatuur wordt gemeld dat een te hoog calcium gehalte in het weefsel van jonge groeiende delen de groei zou kunnen belemmeren. Planten hebben mechanismes ontwikkeld om transport van calcium naar weinig verdampende delen te belemmeren door lage gehalten calcium in het floeem of door neerslag van  $\text{Ca}^{2+}$  als oxalaat rond de zeefvaten. (Cosgrove, 2001) Verdunning van het calcium gehalte in het weefsel doormiddel van groei is een manier om een laag calciumgehalte te handhaven. Dit is nodig voor snelle celstrekking en hoge membranen doorlaatbaarheid. Hoge groeisnelheden van weinig transpirerende organen vergroten echter het risico dat het calciumgehalte onder de kritieke grenswaarde komt. Een minimale Ca concentratie is immers nodig voor celwandstabilisatie en membranenstevigheid (298) Perioden van vochtstress, zoals bij schokken in vochtdeficit kunnen deze cellen dan fataal worden (Marschner 1995). Dit kan verklaren dat bij Alstroemeria bij zware takken meer vochtblaadjes voorkomen dan bij licht takken. Deze zijn waarschijnlijk te snel gegroeid in relatie tot calcium toevoer (Labrie 2010).

Recent onderzoek laat zien dat er ont koppeling plaats vindt van het water - en Ca transport bij het einde van de xyleemvaten. Ca ionen worden vervolgens gebonden aan negatief geladen plekken in het transport systeem in het blad (Kerton, 2008, Gilliam, 2011). Dit betekent dat er onderweg vanuit de houtvaten naar de plaatsen waar verdamping plaatsvindt een "verlies" van Ca ionen plaatsvindt, waardoor cellen tekortkomen (Gilliam, 2011). Bij Koriander is aangetoond dat Ca zich ophoopt rond de hoofdnerf en de randen duidelijk tekortkomen (Kerton, 2009) . Dit kan verklaren waarom specifiek de randen het meest gevoelig zijn voor Ca tekort en bladrandjes - de naam zegt het al - een populaire aanduiding is voor dit soort verschijnselen.

Een bijkomend probleem is dat naast constante aanvoer van Ca ionen voor opbouw van uitgroeiende cellen : celwand en membraan, er ook Ca nodig is voor de vacuole. Het lijkt erop dat de vacuole zich gedraagt als "sink" voor Ca, waarbij er Ca aan hete cytoplasma wordt onttrokken.

De exacte werking van calcium in de doorlaatbaarheid van stoffen door de membraan en de stevigheid van de celwand gaat te diep om in deze beknopte literatuurstudie diepgaand te behandelen. In het kort kan erover gezegd worden dat een groot deel van de totale hoeveelheid calcium in het plantenweefsel zich bevindt in de celwanden (apoplasm). In dicotylen met een grote capaciteit voor kation-uitwisseling en vooral wanneer de calciumgift laag is, kan tot 50% van de calcium gebonden worden als pectine en bij appels tot 90% (Marschner 1995). Calcium stabiliseert de celmembranen door fosfaatbruggen en carboxylaat groepen van fosfolipiden (292). Binding van calcium als pectine in de middenlamel is essentieel voor het versterken van de celwand. De afbraak van pectine wordt bemiddeld door polygalacturonase, welke geremd wordt door hoge calcium concentraties. Bij plantenweefsels met calciumgebrek is de activiteit van polygalacturonase toegenomen. Een typisch symptoom van calciumtekort is de ineenstorting van celwanden en het bezwijken van plantendelen zoals de steel en de bovenste delen van de stengel. Bij planten met veel calcium of veel licht gedurende de groei, bestaat een groot deel van het pectine materiaal uit calciumpectine. Dit maakt het weefsel zeer resistent tegen afbraak door polygalacturonase en vermindert de gevoeligheid voor schimmels (289) (Marschner 1995). In tegenstelling tot andere macronutriënten bevindt een groot deel van de Ca zich in de celwand, waarvan een deel uitwisselbaar is bij de plasmamembraan. Ook in de vacuole kan zich veel calcium bevinden. De hoeveelheid Ca in de vacuole vertoont geen directe relatie met de hoeveelheid Ca in de celwanden en membranen. De vacuole wordt pas na

de aanleg van de celwand gevuld. Een hoog Ca gehalte in droge stof kan komen door een hoog Ca gehalte in de vacuole, waarbij de celwanden nog steeds Ca gebrek kunnen hebben en dus zwak zijn (Ijdo 2011). Bij sommige plantensoorten kan Ca zelfs 10% van het totaal drooggewicht uitmaken, zonder negatief effect op plantengroei. (Marschner 1995; Hirschi 2004).

### 3.4.3 Factoren die Ca gebrekverschijnselen stimuleren

Klimaatomstandigheden

- Een hoog vochtdeficit vermindert het transport van Ca naar vruchten en opgevouwen blad (weinig verdampende delen)
- Een laag vochtdeficit vermindert de gewasverdamping en daarmee de wateropname en transport van calcium naar strekkend blad.
- Hoge instraling verhoogt de fotosynthese en groeisnelheid waardoor Ca in de plant meer wordt verdund.
- Hoge luchttemperaturen verhogen de groeisnelheid en het vochtdeficit waardoor Ca in de plant meer wordt verdund en Ca transport naar vruchten en opgevouwen blad wordt verminderd.

Wortelmilieu

- hoge EC
- lage Ca gift
- Lage Ca concentratie ten opzichte van andere kationen
- Gift van  $\text{NH}_4$  in plaats van  $\text{NO}_3$ .
- Lage P of lage Cl gift (verminderen Ca-opname bij tomaat)

Gevoelige gewassen

- Gevoelige cultivars
- Weelderige groei met een sterke bladontwikkeling (Sonneveld 2009).

Een recente studie is gedaan naar het voorkomen van bladrandjes bij tomaat. Het verschijnsel is een fysiologische ziekte waarbij er door een lokaal tekort aan Ca verzwakte cellen ontstaan. Ca is essentieel voor de stevigheid van zowel celwanden als celmembranen. Cellen met Ca gebrek tijdens de aanleg worden zwakke cellen die niet direct dood gaan, maar 'knappen' bij de minste stress, meestal een 'vochtschok'. Botrytis kan dan gemakkelijk zijn slag slaan door de zwakke celwanden en de lekke membranen die ontstaan zijn. Bij de Ca opname en transport vervullen hoge plantbelasting (weinig nieuwe jonge wortelpunten), EC en K/Ca mat en druppelwater, maar vooral ook verdamping en worteldruk hoofdrollen. Omdat deze factoren naast en soms onafhankelijk van elkaar spelen is het geheel zeer complex. Om bladrandjes te voorkomen adviseren de onderzoekers het bevorderen van de Ca opname, zoals het vermijden van hoge plantbelasting vooral onder lage lichtintensiteiten. Daarnaast door de verdeling naar jonge groeiende delen te stimuleren via het bevorderen van de verdamping van de groeiende delen van het gewas. Tenslotte wordt geadviseerd klimaatschokken in perioden van een zwak gewas te vermijden (Ijdo, 2011).

### 3.4.4 Calciumoxalaat

Alstroemeria bevat calcium oxalaat kristallen. De irriterende reactie die sommige mensen krijgen na contact met sappen uit Alstroemeria worden hierdoor veroorzaakt. Deze naaldvormige structuren bevinden zich in het sap, alleen of in groepjes. De kristallen bestaan een mix van  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  en  $\text{Ca}(\text{COO})_2$ . Dit type kristallen komt ook voor in tulpenbollen (Mascarenhas, Robalo-Cordeiro *et al.* 2001). Met een toename in calciumgift neemt in veel planten de hoeveelheid calciumoxalaat toe. Dit is belangrijk om de osmotische druk in de vacuole niet te ver te laten oplopen door vrije  $\text{Ca}^{2+}$  in het cytoplasma. De turgor van de sluitcellen van de huidmondjes wordt voornamelijk gedreven door kalium, chloride en malaat als osmotisch actieve componenten, maar voor het doorgeven van de signalen (licht, aanraking) naar een fysiologische reactie van de ion-pompen is vrije  $\text{Ca}^{2+}$  nodig. Een toename van deze vrije  $\text{Ca}^{2+}$  in het cytoplasma speelt ook een rol bij de lange termijn reactie op mechanische stimulatie (bijv. wind), waardoor bijvoorbeeld de steellengte korter wordt (Marschner, 1995).

### 3.4.5 Celwandtype en calciumbehoefte

Het verschilt per type gewas hoe belangrijk calcium is voor de stevigheid van de celwand en de calciumbehoefte. De calciumbehoefte voor optimale groei is in monocotylen (eenzaadlobbige) lager dan in dicotylen (tweezaadlobbige) Alstroemeria is een monocotyl. Een verschil tussen monocotylen en dicotylen is gerelateerd aan de calciumvraag in het weefsel, welke bij monocotylen lager is dan bij dicotylen. Genetische verschillen in calciumbehoefte zijn gerelateerd aan de binding in de celwanden; de capaciteit van kationuitwisseling (297) (Marschner 1995).

In monocotyl en CAM-plant Aechmea ontstaat bladschade door celbarsting in het chlorenchym. Deze celbarsting ontstaat door hoge appelzuurconcentraties bij laag lichtniveau. Hierdoor blijven de cellen water opnemen om de zuurconcentratie in de cel te verlagen. De turgordruk wordt dan te hoog en de cel barst. De gevoeligheid hiervoor blijkt gerelateerd aan de elasticiteit van de celwand. Deze flexibiliteit van de celwand wordt in dit type celwand bepaald door glucuronoarabinoxylans (GAXs). Deze vormen een netwerk dat de cellulose in de celwand samen houdt. Hoe sterker deze vertakt zijn, hoe minder elastisch de celwand is en hoe gevoeliger deze is voor bladschade (Ceusters, Londers *et al.* 2008). Van de verschillende plantengroepen zijn enkele planten onderzocht op type celwand. Dicotylen hebben over het algemeen het type I celwand waarbij calcium belangrijk is. De monocotylen kunnen onderverdeeld worden in twee groepen: de commelinoides en de non commelinoides. De commelinoides hebben I type II celwanden, waarbij glucuronoarabinoxylans de flexibiliteit bepalen. Bromeliales valt onder deze commelinoides. De orde Liliales, waar onder andere de families Alstroemeriaceae en de familie Liliaceae toe behoren, valt onder de non commelinoides (Bremer, Bremer *et al.* 2009). Het is dus niet waarschijnlijk dat de stevigheid van de celwand bij Alstroemeria door GAXs wordt bepaald. Calcium lijkt dus wel van belang. Onderzoek naar het type celwand bij verschillende cultivars zou hier meer zekerheid over kunnen bieden.

In onderzoek met een aantal dicotylen (katoen, cassave, suikerbiet, lupine, sperzieboon, sojaboon en zonnebloem) en monocotylen (rijst, gember, mais, sorghum en tarwe) vertoonden alle geteste gewassen Ca gebreksverschijnselen bij een Ca concentratie van 10  $\mu\text{M}$  en lager. Bij de dicotylen waren de gebreksverschijnselen het ergst. De vereiste externe Ca concentratie (met calciumchloride) voor een opbrengst van 90% van de maximale opbrengst, was bij de monocotylen (3 tot 20  $\mu\text{M}$ ) duidelijk lager dan voor de dicotylen (7 tot 720  $\mu\text{M}$ ). Met calciumsulfaat was de vereiste Ca concentratie 1200  $\mu\text{M}$  en hoger (Islam, Asher *et al.* 1987).

## 3.5 Kalium

Kaliumgebrek uit zich in geelverkleuring van de randen van het oudere blad, welke later necrotisch kunnen worden. De symptomen komen voor over de gehele lengte van de plant. Een overmaat aan K kan vanwege ionenconcurrentie een gebrek aan Ca en Mg tot gevolg hebben. In een proef waarbij de gift van alle kationen werd verhoogd, werd de concentratie Ca in de plant lager. Dit komt doordat de opname van Ca wordt bemoeilijkt door het makkelijker opneembare K. Zo verergert een hoge K:Ca ratio het Ca gebrekverschijnsel blossom end rot (Sonneveld 2009). Er is een groot verschil in de opname en verdeling van K en Ca via floeem. Dit blijkt uit een onderzoek met *Ricinus* planten in een voedingsoplossing met een K:Ca ratio van 7. In het blad leidde dit tot een ratio van 16,2 en in het floeemsap van 824. Bij een K:Ca ratio van 0,4 in de voedingsoplossing was dit respectievelijk 6 en 534. Dit onderzoek laat zien dat stimulatie van xyleem transport naar plantendelen met lage Ca effectief Ca-gebrek tegen kan gaan (in Sonneveld 2009).

Uit onderzoek van Van den Bos (1986) naar het effect van verschillende kaliumgehalten op Alstroemeria (cv. Carmen, Mona Lisa en Rosario), komt een kaliumgehalte tussen de 1,5 en 2 mmol per liter (1:2 volume-extract) als streefwaarde in de grond als meest gunstig voor de opbrengst naar voren. 4 mmol K per liter (1:2 volume-extract) gaf een oogstreductie. Door toediening van meer K nam het kaligehalte in het gewas toe en de opname van Ca en Mg af. Als stikstofgehalte wordt tussen de 4 en 5 mmol N ( $\text{NO}_3$  en  $\text{NH}_4$ ) per liter 1:2 volume extract aanbevolen. Bij een optimale productie bevatte Alstroemeria cv. Carmen per kg droge stof ongeveer 2100 mmol N, 140 mmol P, 1300 mmol K, 250 mmol Ca en 69 mmol Mg. Dit onderzoek is uitgevoerd in de grond. Voor de voedingsoplossing wordt 7,5 mmol N, 4 mmol K, 1,5 mmol Ca, 1 mmol Mg, 0,5 mmol P en 1 mmol S aanbevolen. Dit resulteert in het bemestingsschema zoals weergegeven in Tabel 6 Tabel 5. (Van den Bos 1986). N:K ratio van de voedingsoplossing is dan 1,9.

Noors onderzoek met cv. King Cardinal en Yellow King laat zien dat een hoge K gift leidt tot meer K in het blad. Dit ging ook hier ten koste van de hoeveelheid calcium en magnesium. De N:K ratio van de voedingsoplossing kan volgens deze resultaten het beste liggen op 0,8-0,9. Een lagere verhouding kan de opname van calcium en magnesium verminderen

(Anonymous 1997). In de in paragraaf 1.3 omschreven onderzoeken werd een N:K verhouding van 0,9 (eerste jaar) tot 1,4 (tweede jaar) (Lisiecka 1983) en 1,3 (Blomme 1982) aanbevolen.

Een onderzoek met *Alstroemeria* 'Orchid' en 'Carmen' concludeert dat N en  $K_2O$  toegediend zouden moeten worden in een N:K ratio van 0,7 tot 1. De behandeling met de hoogste productie gaf een gehalte in het blad van 4,9% N en 3,9% K bij 'Orchid' en 5,1% N en 3,7% K voor 'Carmen' (Bik 1981). K-gift tijdens de bloei is belangrijk voor het vaasleven van *Alstroemeria* (Milde 1983). De verschillende onderzoeken zijn niet altijd goed met elkaar te vergelijken. De aanbevolen N:K ratio varieert in de onderzoeken tussen 0,7 en 1,9.

Voor de interpretatie van bladsamples blijkt dat de K concentratie van plantensap een betere index voor het K gehalte in de plant is, dan de K concentratie van de droge stof. De optimale K concentratie in plantensap is constanter dan in de droge stof (in Sonneveld 2009). (blz. 95).

Tabel 5: Gehalte aan droge stof, K, Ca, Mg en P in het gewas onder invloed van K-bemesting (Van den Bos 1986).

Bemestingsbehandeling in mmol K per liter 1:2 volume-extract als streefwaarde in de grond.	Droge stof %	Mmol $kg^{-1}$ droge stof			
		K	Ca	Mg	P
0	10.57	488	422	133	134
1	9.62	1189	263	70	147
2	9.35	1297	222	49	134
4	9.53	1281	231	51	141

Tabel 6: Bemestingsschema voor *Alstroemeria* in kg per  $m^3$  (Van den Bos 1986)

Oplossing A ( $m^3$ )			Oplossing B ( $m^3$ )			
Kalksalpeter	60 kg		Kalisalpeter		40 kg	
Kalisalpeter	40 kg		Bitterzout		49 kg	
			Monoammoniumfosfaat (indien $P < 0,15$ mmol)		11 kg	
Samenstelling in procenten						
N	$P_2O_5$	$K_2O$	CaO	MgO	S	EC-mengsel
10.5	3.4	18.5	7.9	4.0	3.2	1.2

### 3.6 Watergift

In vergelijking met andere gewassen zoals anjer, gerbera of chrysaant heeft *Alstroemeria* een matige verdamping. Op jaarbasis wordt van een hoeveelheid van 550 liter/ $m^2$  aan verdamping uitgegaan. Per 1000 J/ $cm^2$  verdampt *Alstroemeria* slechts 1.1 l/ $m^2$ , terwijl dit bij andere gewassen meer richting 2 l/ $m^2$  gaat. Zeer waarschijnlijk is de sterke reflectie door het blad de oorzaak van de geringere verdamping (Voogt 2004).

In een proef met *Alstroemeria* op perlite was de verdamping (gewas en substraat) over de 17 maanden durende proef 562-750 l/ $m^2$ . Er is een maximale verdamping gemeten van 20 l/bruto  $m^2$  per week. Dit betekent een maximale verdamping in het meest extreme geval van 2,8 l/bruto  $m^2$  per dag, terwijl in deze proef per dag 8,4 l/bruto  $m^2$  werd aangeboden. Het recirculatiewater moest regelmatig verdund worden vanwege stijging van EC, calcium- en magnesiumsulfaat. Het substraat dat 65% vocht vasthield (fijne perlite) gaf de beste productie in vergelijking met grovere perlite, veenmosveen en kleikorrels (Van Os 1991).

In onderzoek naar *Alstroemeria* met een eb/vloed systeem gaf eb/vloed met een watergift frequentie van 48 of 12 keer per etmaal 2 gram zwaardere takken dan watergift met een frequentie van 3 keer per etmaal. Ook gaf een hogere frequentie meer scheuten, maar deze vertaalde zich in meer loze scheuten. Waarschijnlijk omdat koeling ontbrak in

deze proef. Bij een herhaling van deze proef met koeling van de voedingsoplossing bleken geen eenduidige effecten van watergift frequentie aanwezig (Uitermark 2000).

## 3.7 Samenvatting

### 3.7.1 Plaats en functie in de plant

Calcium (Ca) is een onderdeel van de celwand; het vormt Ca bruggen tussen cellulose en hemicellulose. Deze structuren worden tijdens de ontwikkeling van de jonge cellen in de celwand ingebouwd. Ca is dus voornamelijk van belang bij de groei en ontwikkeling van jonge cellen in de groeipunten. Grofweg moet Ca voordat de cel gaat strekken voldoende in de celwand zijn ingebouwd, daarna is dit niet meer mogelijk. Echter daarnaast is continue aanvoer van Ca nodig vanwege "onderhoud" omdat er voortdurend Ca verdwijnt in de vacuole. Ca is niet mobiel in de plant. Een cel die is aangelegd met te weinig Ca heeft en houdt de volgende zwakten

- Minder stevig
- Minder elastisch
- Membranen laten water sneller door (meer permeabel), dit wil zeggen dan bij stress de vacuole sneller wordt leeggezogen.

Een cel die bij de aanleg te weinig Ca heeft gehad verliest dus zijn vermogen om in stress situaties de klappen op te vangen. Een stress situatie kan zijn slap gaan en cel sterfte door uitdrogen, maar ook een te hoge celspanning met als gevolg het klappen van de cellen. Vooral snelle overgangen zijn voor cellen met Ca gebrek problematisch.

Kalium (K) is hoofdzakelijk aanwezig in de vacuole. De grootste behoefte aan K bij de ontwikkeling van een cel is er bij het vullen van de vacuole, dus in de strekkingsfase. Dit is de fase nadat Ca het meest noodzakelijk is.

Rol van de verdamping bij de opname.

### 3.7.2 Opname door de plant:

Een deel van alle voedingszouten wordt passief opgenomen. Passieve opname vindt plaats in de jonge wortelpuntjes. De cellen in de wortelpuntjes zien nog niet gedifferentieerd, wat wil zeggen dat ze nog niet gespecialiseerd zijn voor een bepaalde functie in de wortel. Er is dus nog geen endodermis die de opname van water en voedingszouten kan reguleren. Het water kan min of meer vrij de plant instromen. Motor achter de opname is de verdamping. Verdamping in de bovengrondse delen zorgt voor zuigspanning waardoor water met voedingszouten ongefilterd de plant in getrokken wordt. De mate van verdamping en het aantal jonge wortelpuntjes van het bodemvocht bepalen de hoeveelheid passieve opname van water en voedingselementen. Daarnaast is bij een lage EC de passieve opname groter dan bij een hoge EC. Voor Ca is deze passieve opname de enige manier waarop het in de plant kan komen. Andere voedingszouten, waaronder K, worden ook actief opgenomen door de volgroeide wortel. De waterstroom als gevolg van de verdamping bepaald de hoeveelheid en het moment waarop Ca beschikbaar is in de plant. Daarnaast wordt dit bepaald door de hoeveelheid jonge wortelpuntjes. In tomaat kan als gevolg van zware plantbelasting het aantal wortelpuntjes minder zijn waardoor Ca dan minder wordt opgenomen. Het is niet te zeggen of periode van veel strekking of een zware bloemenlast bij *Alstroemeria* eenzelfde effect heeft op het aantal wortelpuntjes en dus de Ca opname. Door de verdamping te stimuleren, specifiek bij het groeipunt, kan de toevoer van Ca naar het groeipunt bevorderd worden.

Voedingsopname in de volgroeide wortel verloopt gereguleerd door actief transport door de endodermis. De endodermis, de laag beschermende cellen die de wortel omhult, is selectief bij de opname en uitstoot van ionen. Deze opname verloopt via de celmembranen. De K<sup>+</sup> ionen worden als het ware door de endodermis naar binnen getrokken. Om de plant neutraal geladen te houden wordt voor opname van een K<sup>+</sup> ion een H<sup>+</sup> ion uitgestoten (electronenpomp). Het proces van actieve opname kost energie en wordt gestuurd door de vraag naar voedingszouten, maar beïnvloed door het aanbod. Als er meer K<sup>+</sup> in het wortelmilieu is, zal dit bij gelijke vraag toch leiden tot meer K<sup>+</sup> in de cellen.

### 3.7.3 Rol van worteldruk bij de opname

Worteldruk ontstaat door een opeenhoping van ionen in de wortelcellen waardoor meer water aangetrokken wordt dan de wortelcellen kunnen bevatten. Het water wordt omhoog geperst. Worteldruk kan leiden tot o.a. guttatie en glazigheid. Vochtblaadjes zouden, gezien het beeld, wel eens een vorm van glazigheid kunnen zijn. Glazigheid ontstaat als de verdamping laag is en een hoge worteldruk het water in holtes tussen de bladcellen perst (bijv. bij lage bladtemperatuur). Vermoedelijk speelt worteldruk ook een rol bij afgroeiers in Alstroemeria (spontaan afbreken van scheuten).

Worteldruk kan aan de andere kant op momenten met weinig verdamping voor voldoende Ca bij de groeipunten zorgen. Worteldruk op momenten met weinig verdamping stuurt de waterstroom naar de groeipunten. Een hoge bodemtemperatuur en een lage EC in het wortelmilieu verhogen de worteldruk.

### 3.7.4 Antagonisme tussen K en Ca.

Voor antagonisme tussen Ca en K zijn door wetenschappelijk onderzoek 3 oorzaken aan te duiden die qua volgorde van belangrijkheid niet zijn te kwantificeren:

#### **Verminderde opname**

Indien er in het wortelmilieu veel K is wordt minder Ca opgenomen. Bij een gelijke hoeveelheid Ca, zal bij meer K in het wortelmilieu minder Ca opgenomen worden, ondanks dat de instroom via passieve opname in absolute zin gelijk zou moeten zijn.

#### **Verminderd transport via de - geladen celwanden in de vaatbundel.**

De celwand aan de binnenkant van de vaatbundels zijn - geladen. Hierdoor worden ionen aan de celwand gebonden en omhoog getransporteerd. De hoeveelheid gebonden ionen van een element is afhankelijk van zowel de concentratie als de lading van het specifieke element. De binding van  $Ca^{++}$  is door de twee waardigheid sterker dan  $K^+$ . Echter, indien er veel  $K^+$  aanwezig is zal er toch ook meer  $K^+$  via de celwanden van de vaatbundel getransporteerd worden, ten koste van  $Ca^{++}$ . Dit geldt ook voor andere positief geladen elementen, zoals Mg.

#### **Verminderde chemische activiteit**

Verminderde chemische activiteit van Ca bij aanwezigheid van veel  $K^+$  ionen.

De chemische activiteit wordt bepaald door de concentratie van alle ionen die in oplossing zijn. Bij een hoge EC zijn veel ionen in oplossing en zal de opname van Ca dus minder zijn.

## 3.8 Hypotheses

Er zijn op basis van de literatuurstudie hypothesen opgesteld ten aanzien van het effect van EC en K:Ca verhouding op de productie, kwaliteit en plantgezondheid van de Alstroemeriaplant.

### 3.8.1 EC

Productie:

Bij een hoge EC kan een lagere productie verwacht worden dan bij de standaard EC. Het is ook mogelijk dat er geen effect is.

Kwaliteit:

Bij een hoge EC wordt minder lengte en een lager takgewicht verwacht dan bij de standaard EC.

Plantgezondheid:

Bij een hoge EC worden op basis van praktijkervaringen minder vochtblaadjes verwacht dan bij de standaard EC, maar op basis van literatuur worden bij een hoge EC meer vochtblaadjes verwacht dan bij een standaard EC.

## 3.8.2 K:Ca verhouding

### Productie:

Een optimale productie wordt verwacht bij een K:Ca verhouding van 0,7 tot 1,4 waarbij er geen meer noch minder productie verwacht wordt van de hoeveelheid aangeboden Ca op de productie. Een gehalte K hoger dan 4 mmol/l in het 1:2 volume extract kan een opbrengstreductie geven. Een 5:1 verhouding heeft dus het risico van opbrengstreductie.

### Kwaliteit:

Een optimale lengte en takgewicht wordt verwacht bij een K:Ca verhouding van 1:1. Bij een te hoog K gehalte kan het gehalte Ca en Mg in het blad afnemen met negatieve voor kwaliteit tot gevolg. Een voldoende hoog K gehalte bevordert naar verwachting de stevigheid.

### Plantgezondheid:

Een optimale plantgezondheid wordt verwacht met een K:ca verhouding van 1:1, maar het is mogelijk dat meer Ca in de voedingsoplossing kan leiden tot meer Ca in de plantencel en daardoor ook steviger cellen. Dit kan zich uiten in een lagere gevoeligheid voor vochtblaadjes.





## 4 Resultaten kasproef

De productiecijfers over de hele proefperiode worden in paragraaf 4.1 gepresenteerd. De invloed van de bemestingsbehandelingen op de takkwaliteit staat in paragraaf 4.2. In paragraaf 4.3 worden de plantgezondheid aspecten besproken. Het gaat daarbij om zieke planten, vochtblaadjes, breekstelen en bloemschade. Tenslotte zijn bij het rooien van het gewas het aantal scheuten en voedingsknollen gemeten (par. 4.4).

### 4.1 Korte beschrijving van het teeltverloop

Alvorens de verschillende resultaten te presenteren wordt hieronder eerst een korte toelichting gegeven op de werkwijze en de stand van het gewas tijdens de kasproef.

De BCO heeft met een frequentie van een keer per 2 maanden vergaderd en het gewas en drain- en blad analyses bekeken. Tevens is teeltadvies gegeven door Marco de Groot. De stand van het gewas is overwegend goed geweest. In het voorjaar van 2011 zijn bij enkele takken in enkele veldjes bruine plekken aan de ondereinden van de tak ontstaan. Enkele planten zijn uitgevallen. Uit zieke planten is *Fusarium* geïsoleerd. Uitgevallen planten zijn ingeboet. Er is elke 3 maanden een aangietbehandeling uitgevoerd met Topsin en afwisselend Fenomenal en Previcur. Ook is vanaf de zomer 2011 tot het einde van de teelt de oogst gesneden in plaats van getrokken om rizhomen te sparen. Er ontstond gedurende de hele proef zo nu en dan een open plek als gevolg van een "slechte plant". Deze groeide na verloop van enkele weken tot een maand weer dicht. Er is hier daarom niet ingeboet, maar de "slechte planten" zijn geregistreerd.

Insectenbestrijding is overwegend biologisch geweest. Een enkele keer is tegen luis chemische gewasbescherming met Tepeki en tegen rupsen een chemische behandeling met Steward uitgevoerd. Er is in najaar en winter met een regelmaat van een keer per 3 tot 6 weken gedund. Vochtblaadjes zijn elke winter in het gewas aanwezig geweest. Afgroeiers zijn in de zomer van 2011 voor het eerst waargenomen. In de zomer van 2012 zijn takken met geknepen bloemen en bloemverbranding waargenomen. Planten met bloemverbranding vertoonden wortelrot. De watergift strategie is daarop vanaf juni 2012 aangepast van veel kleine beurtjes naar een beperkt aantal grote beurten en alleen bij veel instraling wat kleine beurtjes. De afwijkende bloemen verdwenen niet volledig, maar er ontstonden wel meer witte wortels onderin de bak.



Figuur 15. Overzicht van de proefkas met het gewas in productie in 2011.

## 4.2 Productie

### 4.2.1 Aantal takken

#### Totaalproductie

In Bijlage 5 is het verloop van de productie voor de hele proef weergegeven in aantal takken. De laatste anderhalf jaar van de proef zijn de behandeling met hoog EC 1:3 en hoog EC 1:1 het meest productief geweest in aantal takken. De overige behandelingen liggen, zeker in 2011 dichter bij elkaar.

Statistische analyse van de cijfers levert de volgende resultaten op. Een hoge EC had een positief effect op het aantal geogste takken gedurende de proef Tabel 7.

Tabel 7: Hoofdeffect EC op het aantal geogste takken in de proef (Fpr. 0,031. LSD 29,6)

<i>behandeling</i>	<i>Totaal productie (stuks)</i>	
EC standaard	518	a
EC hoog	552	b

Meer Ca in de voedingsoplossing had een positieve invloed op de productie van het aantal takken per bruto m<sup>2</sup> gedurende de proef Tabel 8.

Tabel 8: Hoofdeffect K:Ca verhouding op het aantal geogoste takken in de proef (f pr. 0,041, LSD 36,2)

<i>behandeling</i>	<i>Totaal productie (stuks)</i>	
K:Ca 5:1	510	a
K:Ca 1:1	534	ab
K:Ca 1:3	560	b

Zowel EC als K:Ca verhouding had invloed op het aantal takken. Er was wel sprake van interactie, omdat het effect van K:Ca verhouding niet zo groot was bij Std EC, maar wel bij Hoog EC (Figuur 10.). Er was een duidelijk verschil tussen de behandelingen hoog EC 1:1 en hoog EC 1:3 en de hoog EC 5:1 behandeling. Ook was er duidelijk verschil tussen hoog EC 1:1 en hoog EC 1:3 en de standaard EC 1:1 behandeling; de meest gebruikte voedingsoplossing in de praktijk. Een hoge EC is dus alleen positief voor de productie als de K:Ca verhouding niet hoger is dan 1:1.

Tabel 9. Aantal geogoste takken gedurende de hele proef en Interactie tussen EC en KCa verhouding (Fpr. 0,036, LSD 51,2).

<i>EC</i>	<i>K:Ca verhouding</i>		
	<i>5:1</i>	<i>1:1</i>	<i>1:3</i>
Standaard	522 a	495 a	537 ab
Hoog	499 a	573 b	583 b

#### **Jaareffect**

De verschillen waren in 2011 en 2012 min of meer gelijk aan de verschillen over het totaal. Alleen in 2011 was de productie van standaard EC 5:1 niet afwijkend van de overige behandelingen, terwijl de hoog EC 5:1 behandeling duidelijk lager was.

#### **Seizoenseffect**

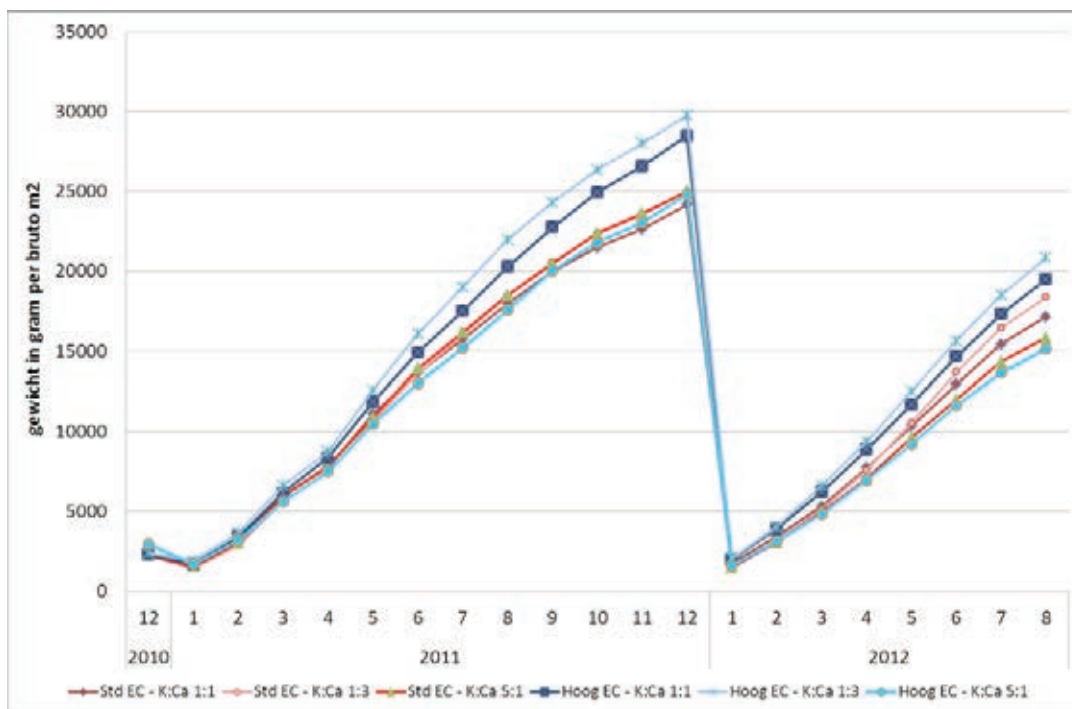
Er is ook gekeken of er seizoensinvloed was. In de periode mei tm augustus was er een effect van K:Ca verhouding (Fpr. 0,01), maar niet van EC. Meer Ca in de voedingsoplossing gaf meer productie. Alleen bij de 1:1 verhouding was er ook een verschil door EC, waarbij de hoog EC 1:1 behandeling een hogere productie had dan de standaard EC 1:1 behandeling. In de periode oktober tm februari was er een effect van EC en niet van K:Ca verhouding (Fpr. 0,054). Een hoge EC gaf een hogere productie.

## 4.2.2 Geogst gewicht

#### **Totaalproductie**

Het cumulatief geogst gewicht is bepaald op basis van de volledige taklengte. Tot mei 2011 werd ook nog de witte ondereinden meegewogen, maar vanaf die tijd is gesneden in plaats van getrokken en zijn alleen de bovengrondse delen gewogen.

Als naar cumulatief geogst gewicht gekeken wordt dan zijn de behandelingen hoog EC 1:3 en hoog EC 1:1 het meest productief geweest en liggen de overige behandelingen dicht bij elkaar. Beide 5:1 behandelingen zitten wat cumulatief geogst gewicht betreft aan de onderkant (Figuur 16.). Dit beeld komt zowel in 2011 als in 2012 terug. In 2012 lijken de behandelingen standaard EC 1:3 en standaard EC 1:1 onder de hoog EC behandelingen met de zelfde verhouding te liggen en de beide 5:1 behandelingen nog duidelijker achter te blijven.



Figuur 16. Cumulatieve geogst gewicht (gram per m2) per behandeling.

Bij statistische analyse blijkt een hoge EC tot meer kilo's geogst gewicht te leiden. Bij een hoge EC is gemiddeld 49,1 kg geogst gedurende de proef en bij standaard EC 44,5 kg (Fpr. 0,006, LSD 2,7 kg).

Ook is er effect van K:Ca verhouding op het geogst gewicht. Het geogst gewicht van behandeling 1:3 is met gemiddeld 49,6 kg gelijk aan behandeling 1:1 met gemiddeld 47,3 kg geogst. Het geogst gewicht van behandeling 5:1 was met gemiddeld 43,4 kg geogst gewicht lager dan deze beide behandelingen (Fpr. 0,01, LSD 3,3).

#### Jaareffect

Er was een klein verschil tussen teeltjaar 2011 en 2012. In 2011 was het effect van K:Ca verhouding minder sterk aanwezig, terwijl het effect van EC al wel duidelijk aanwezig was. In 2012 waren beide effecten duidelijk aantoonbaar. Wel is het EC effect vooral aanwezig bij de behandelingen 1:3 en 1:1. Bij de behandeling 5:1 is er geen EC effect, omdat beide behandelingen een laag geogst gewicht hebben.

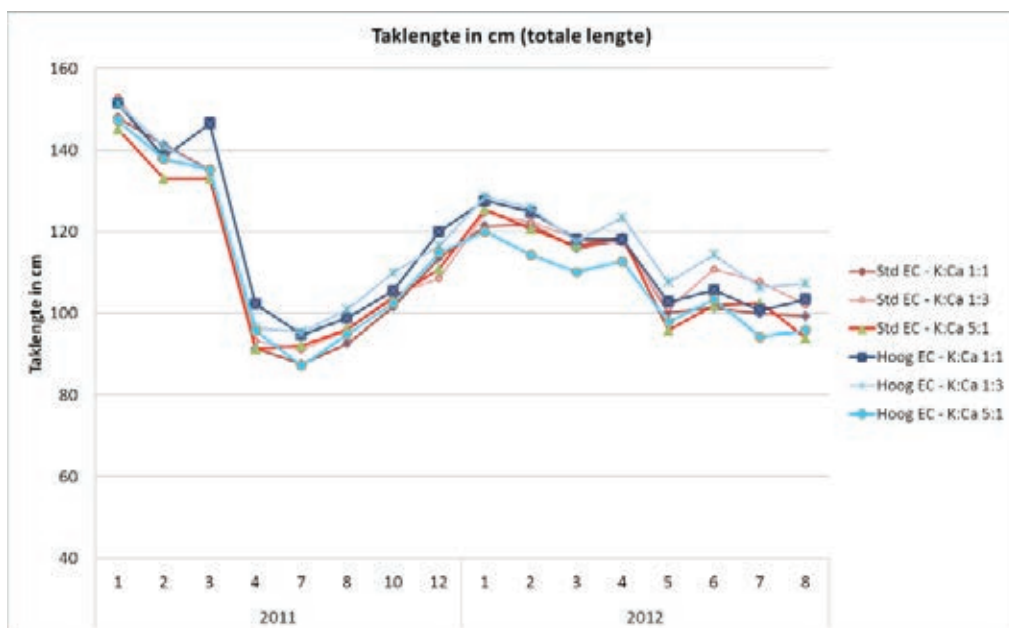
#### Seizoeneffect

In de zomermaanden (mei tm aug) waren de verschillen hetzelfde als over de hele proef, maar in de wintermaanden was er absoluut geen effect van K:Ca verhouding, maar alleen van EC (F pr.0,019). Een hoge EC gaf in de wintermaanden (okt tm feb) een 13% hoger geogst gewicht.

## 4.3 Kwaliteit

### 4.3.1 Lengte

De gemiddelde lengte per behandeling is weergegeven per maand waarin de steekproef is uitgevoerd (Figuur 17.).



Figuur 17: Gemeten taklengte gedurende de kasproef voor de verschillende behandelingen weergegeven per maand waarin steekproef is uitgevoerd.

Statistische analyse maakt duidelijk dat alleen K:Ca verhouding duidelijk effect had op de lengte. Er was geen effect van EC op de lengte. Het effect van K:Ca verhouding was er over de totale teeltperiode, maar vooral duidelijk in 2012 (

Tabel 10.). In de wintermaanden (okt tm feb) was er geen invloed van K:Ca verhouding, noch EC op de lengte.

Tabel 10. Gemiddelde lengte (cm) gedurende de totale proef (Fpr. 0,015) en in de zomermaanden (Fpr. <0,01) en wintermaanden (Fpr. 0.28).

K:Ca verhouding	Totale periode	Zomermaanden	Wintermaanden
K:Ca 5:1	107,2 a	96,6 a	118,7 a
K:Ca 1:1	110,5 b	99,9 b	122,0 a
K:Ca 1:3	112,4 b	104,5 c	122,1 a

### 4.3.2 Takgewicht en stevigheid

#### Takgewicht per 80 cm

Voor de analyse is dit omgerekend naar takgewicht per 80cm, zodat het verschil in lengte de resultaten niet zou beïnvloeden. De berekening is beschreven in paragraaf 2.4. Het verloop van takgewicht per 80 cm gedurende de totale proefperiode is opgenomen in Bijlage V.

Over de totale proefperiode was er geen verschil in gemiddeld takgewicht tussen de behandelingen. Een duidelijk verschil was er alleen in de wintermaanden, waarbij er sprake was van interactie tussen K:Ca verhouding en EC (Tabel 11.). In de zomermaanden was er geen verschil in takgewicht per 80 cm.

Tabel 11. Takgewicht per 80 cm bepaald in de wintermaanden (Fpr. 0,009, LSD 4,6).

EC	K:Ca verhouding		
	5:1	1:1	1:3
Standaard	64,1 ab	72,6 d	63,1 a
Hoog	68,2 bcd	67,0 abc	70,7 cd

De behandeling standaard EC 1:1 en hoog EC 1:3 hadden het hoogste takgewicht in de wintermaanden. Het laagste takgewicht is bepaald bij de behandelingen std EC 1:3 en st EC 5:1. Als deze cijfers bekeken worden in relatie tot productie, dan valt op dat de behandeling std EC 1:1 een lage productie kende en een hoog takgewicht, terwijl de behandeling std EC 1:3 een relatief hoge productie kende, maar een laag takgewicht en beide behandeling std EC 5:1 zowel een relatief lage productie als een laag takgewicht per 80 cm.

### Stevigheid

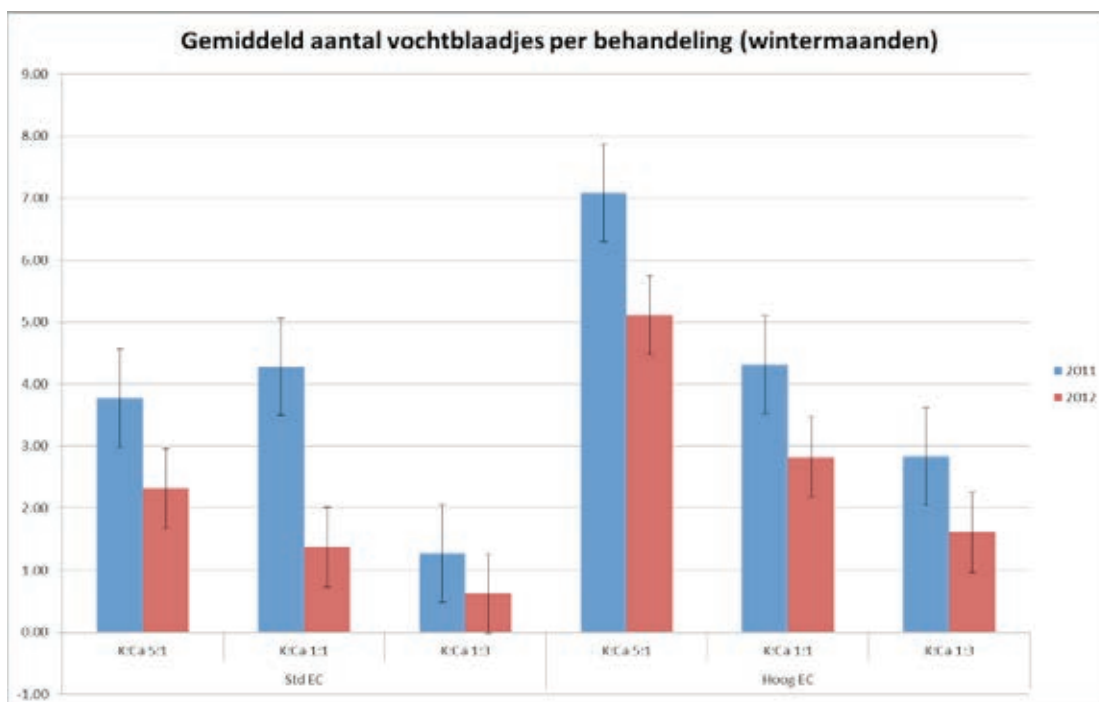
Vanaf oktober 2011 is de stevigheid per tak bepaald door een waardering te geven aan de mate waarin de tak doorbuigde als deze in het midden werd vastgehouden. Er is geen duidelijk verschil in stevigheid gevonden als gevolg van de behandelingen.

## 4.4 Plantgezondheid

In eerste instantie is voor het onderzoek alleen gekeken naar de hoeveelheid vochtblaadjes. Door het verloop van de proef is samen met de begeleidingscommissie bepaald dat ook het aantal slechte planten per veldje, het aantal afgroeiërs en het aantal afwijkende bloemen is bepaald. Er hebben zich gedurende de proef geen noemenswaardige problemen met insecten voorgedaan. Bovenbeschreven gezondheidsproblemen zijn derhalve de enige afwijkingen geweest in een overwegend goed groeiend gewas.

### 4.4.1 Vochtblaadjes

In de winter 2010/2011 zijn vochtblaadjes gevonden vanaf november tot en met maart, met de nadruk op januari en februari. Ook in de winterperiode 2011/2012 zijn vochtblaadjes waargenomen van november tot en met april. In februari zijn de meeste vochtblaadjes geteld. Het optreden van vochtblaadjes was in de winter 2012 minder dan in de winter 2011 (Figuur 18.). In 2012 is hetzelfde beeld zichtbaar als in 2011, namelijk meer kalium minder calcium geeft meer vochtblaadjes en daarnaast lijkt er een effect van EC, waarbij een hogere EC een grotere kans op vochtblaadjes lijkt te geven.



Figuur 18. Gemiddeld aantal vochtblaadjes per bruto m<sup>2</sup> voor alle behandelingen in de winterperioden van 2011 en 2012.

Statistische analyse over de wintermaanden van 2010/ 2011 en 2011/2012 maakt duidelijk dat er zowel door EC als door K:Ca verhouding aantoonbare verschillen zijn geweest in aantallen vochtblaadjes. Een hoge EC leidde tot meer vochtblaadjes (Tabel 12.). Meer Ca in het voedingsmedium leidde tot minder vochtblaadjes (Tabel 13.).

Verdiepende analyse naar de verschillen tussen de jaren toont aan dat alleen in 2011 duidelijke verschillen zijn ontstaan. In najaar 2010 en voorjaar 2012 waren er geen aantoonbare verschillen in vochtblaadjes tussen de behandelingen. De ogenschijnlijk duidelijker verschillen in 2012 zijn dus statistisch niet hard te maken.

Tabel 12. Hoofdeffect EC op het aantal vochtblaadjes over de wintermaanden 2010/2011 en 2011/2012 (Fpr. 0,042. LSD 1,9).

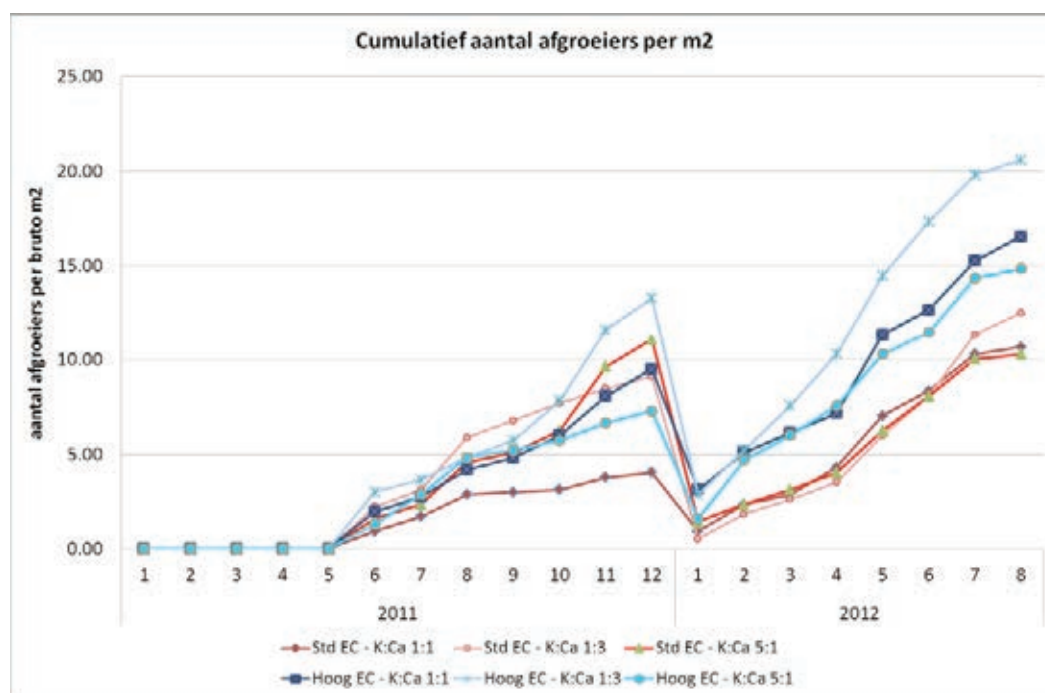
Behandeling	Vochtblaadjes (aantal per bruto m2)
EC standaard	3,0 a
EC hoog	5,0 b

Tabel 13. Hoofdeffect EC op het aantal vochtblaadjes over de wintermaanden 2010/2011 en 2011/2012 (Fpr. 0,023. LSD 2,4).

Behandeling	Totaal productie (stuks)
K:Ca 5:1	5.8 a
K:Ca 1:1	4.1 ab
K:Ca 1:3	2.0 b

#### 4.4.2 Afgroeiers

Het aantal cumulatief aantal afgroeiers per behandeling gedurende de proef is weergegeven in Figuur 19.



Figuur 19. Cumulatief aantal afgroeiers per maand gedurende de proef. (de eerste 5 maanden van 2011 zijn afgroeiers niet geteld).

Vooral in 2012 zijn verschillen ontstaan tussen de behandelingen. De verschillen tussen de individuele behandelingen blijken bij statistische analyse echter niet hard te maken. Wel valt een EC effect op.

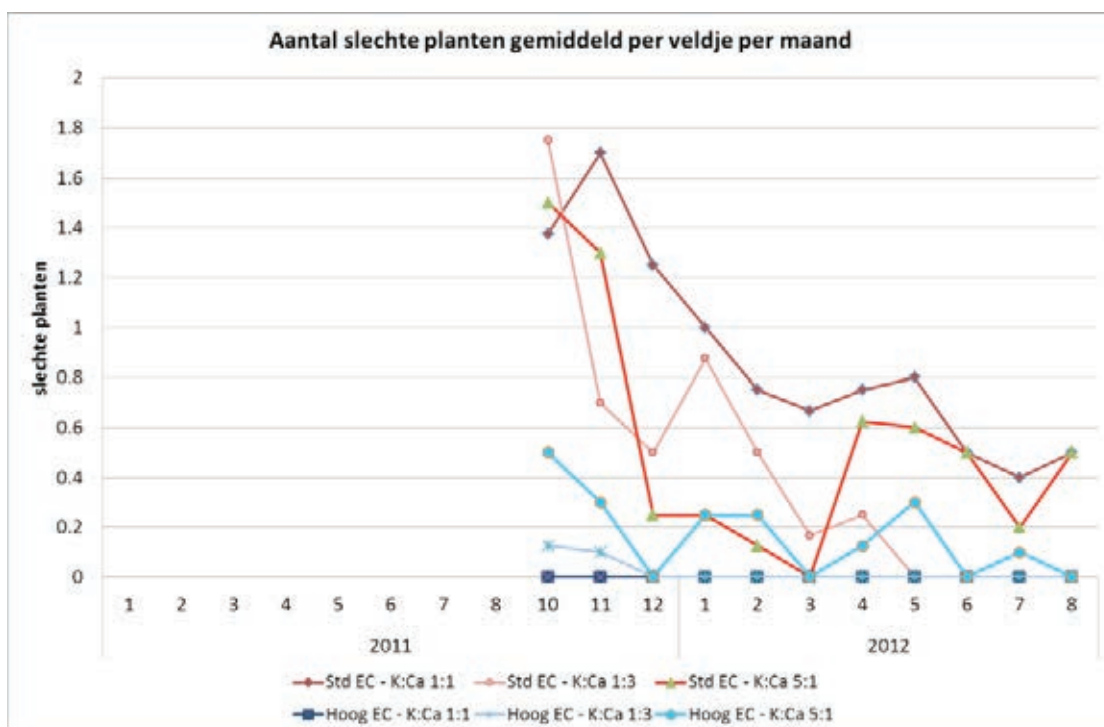
Statistische analyse van de data toont ook aan dat bij een hogere EC betrouwbaar meer afgroeiërs zijn geteld dan bij de standaard EC. In 2012 zijn bij een hoge EC gemiddeld 2,1 afgroeiërs ontstaan en bij een standaard EC 1,4 afgroeiërs (Fpr. 0,007, LSD 0,46). Ook als de analyse over 2011 en 2012 wordt uitgevoerd is het effect van EC betrouwbaar. De K:Ca verhouding had geen betrouwbare invloed op het aantal afgroeiërs.

Er was echter sprake van seizoensinvloed. Het effect van EC op afgroeiërs was er alleen in de wintermaanden (okt tm feb). In de zomermaanden (mei tm aug) was er een trend dat een K:Ca verhouding van 1:3 iets meer afgroeiërs gaf (Fpr. 0,095). Er was in de zomermaanden geen effect van EC. Dit is belangrijk, omdat juist in de zomermaanden de meeste afgroeiërs ontstaan.

### 4.4.3 Uitval en slechte plekken

De eerste uitval is gezien in het voorjaar van 2011. De planten die zijn weggefallen zijn toen ingeboet. De inboeters zijn goed aangeslagen en waren binnen 6 weken in productie. De productiedata is gedurende 2 maanden in het voorjaar gecorrigeerd.

Vervolgens zijn gedurende de proef vaker slechte plekken ontstaan in het gewas. Deze slechte plekken groeide echter vaak na verloop van tijd weer vol. In oktober 2011 is besloten het aantal slechte planten per veldje te registreren (Figuur 20.). Een veldje omvatte in totaal 16 planten. De Figuur laat zien dat oktober 2010 ook het hoogtepunt was van deze slechte plekken en dat het daarna steeds minder is geworden. Zoals aangegeven zijn periodiek chemische bestrijdingen uitgevoerd tegen zowel Fusarium, Pythium en Phytophthora. Fusarium is de enige ziekteverwekker die uit ziek materiaal is geïsoleerd.



Figuur 20: gemiddeld aantal slechte planten per veldje per maand bij alle behandelingen

Statistische analyse van de data leert dat EC een duidelijk effect had op het aantal slechte planten. Bij een hoge EC zijn gemiddeld 0,1 planten als slechte plant aangeduid en bij een lage EC gemiddeld 0,6 planten (Fpr. 0,003, LSD 0,29). Er was dus een betrouwbare relatie met de behandeling (EC). Om deze reden is de productiedata voor de analyse van productie in dit rapport niet gecorrigeerd voor slechte planten.



### Invloed uitval op productie en kwaliteit

De vraag wat de invloed is geweest van de problemen met uitval in dit onderzoek blijft bestaan, ook al is de uitval betrouwbaar gerelateerd aan de standaard EC en kan deze dus bij herhaling ook weer verwacht ontstaan. Er is daarom toch met gecorrigeerde cijfers een extra statistische analyse uitgevoerd. De correctie is toegepast op de totaalcijfers per veldje met de gemiddelde uitvalpercentages per veldje. In geval van correctie op slechte planten zijn de verschillen minder groot en minder betrouwbaar (F.pr 0,042). Het verschil tussen de behandeling hoog EC 1:3 en hoog EC 5:1 blijft bestaan. Ook is er nog steeds meer productie bij een hoger Ca gehalte (Fpr. 0,053). Er is alleen geen betrouwbaar verschil meer door EC op aantal takken. Er is nog wel een min of meer betrouwbaar verschil in geoogst gewicht door EC (Fpr. 0,69). In grote lijnen blijven dus na correctie voor uitval de productiever verschillen in dit onderzoek staan. Waarbij de invloed van EC en K:Ca verhouding niet los van elkaar gezien kunnen worden. In geval van uitval hadden de overige planten meer licht en ruimte om uit te groeien waardoor deze mogelijk zwaarder zijn geworden. Deze invloed is niet te bepalen en er zijn dus geen gecorrigeerde analyses voor uitgevoerd. .

### 4.4.4 Afwijkende bloemkoppen



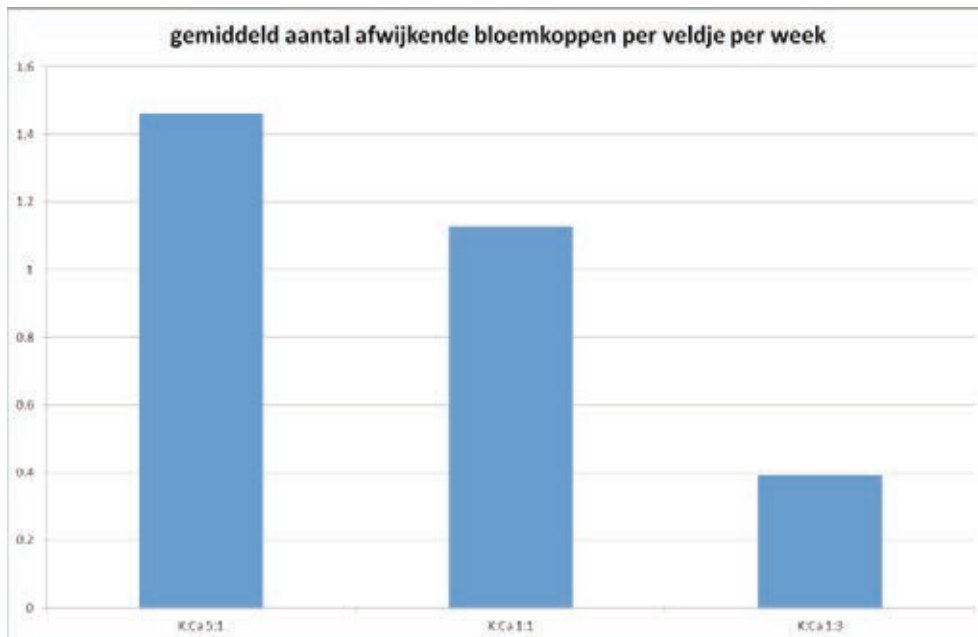
*Figuur 21: afwijkende bloemkop (voorbeeld van ernstige symptomen)*

In april 2012 is een probleem zichtbaar geworden dat wij hier aanduiden met afwijkende bloemkoppen. De symptomen bestonden uit geknepen bloemen met soms necrotische plekken die aan verbranding doen denken. Ook waren de bovenste blaadjes in de kop geel tot soms iets necrotisch. Figuur 21. laat een voorbeeld zien van de symptomen in extreme mate. De symptomen kwamen ook in mindere mate voor tot het niveau van alleen wat geel blad in de kop.

De rhizomen van bloemtakken met deze symptomen hadden slechte wortels en een minder dik groeipunt. Fusarium en Pythium kunnen deze symptomen veroorzaakt hebben. Opvallend was dat de rhizomen vooral onderin het substraat rot waren.

Maatregelen om de symptomen te verminderen zijn geweest. Intensiever vernevelen (op VD 7 g/m<sup>3</sup>), vaker schermen bij hoge instraling (scherm gesloten bij 700 W/m<sup>2</sup>). Tevens is in juni de watergift aangepast van 10 tot 40 kleine beurtjes per dag (afh. van straling) naar een aantal grote beurten met in de middag nog enkele kleine beurtjes op straling. Het totaal aantal beurtjes is zo gereduceerd tot minimaal 4 en maximaal 10, waarbij de watergift in l/m<sup>2</sup> iets lager werd, omdat het drainpercentage ongewijzigd 30% bleef. Bij een grote beurt spoelt er verhoudingsgewijs meer uit dan bij een kleine beurt. De watergift was voor een dag met zeer weinig instraling 2,6 l/m<sup>2</sup>/dag en een dag met veel straling 10 l/m<sup>2</sup>/dag. Er is geen zichtbare verbetering of verslechtering van het bovengrondse gewas gezien naar aanleiding van deze maatregelen. Wel was ook de diepere laag ten tijde van het rooien weer redelijk doorgroeid met witte wortels (bijlage VI).

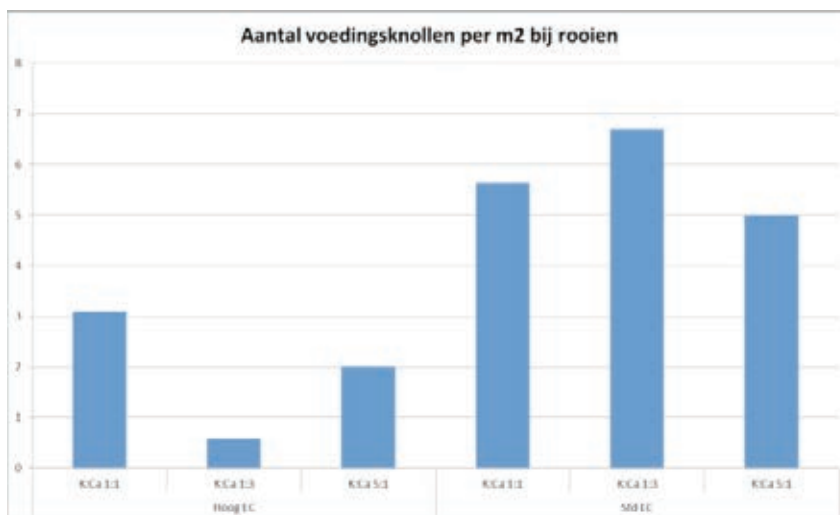
Figuur 22. laat de invloed van K:Ca verhouding op het aantal afwijkende bloemen zien. Statistische analyse toont aan dat de bij een K:Ca verhouding van 1:3 betrouwbaar minder afwijkende bloemkoppen zijn voorgekomen dan bij de 1:1 en de 5:1 behandeling (Fpr. 0,001). Er was geen invloed van EC.



Figuur 22: Gemiddeld aantal afwijkende bloemtakken per m<sup>2</sup> per week in de maanden april t/m augustus 2012 voor de drie K:Ca verhoudingen.

## 4.5 Ondergrondse ontwikkeling

Bij de ondergrondse waarnemingen is het aantal voedingsknollen geteld (Figuur 23.).



Figuur 23. Aantal voedingsknollen per m<sup>2</sup> per behandeling.

Een hoge EC gaf met 2 knollen per m<sup>2</sup> betrouwbaar minder voedingsknollen dan de standaard EC waar gemiddeld 5,8 knollen per m<sup>2</sup> geteld zijn (Fpr. 0,018, LSD 2,9). Het aantal witte groeipunten leek bij een hoge EC ook iets hoger dan bij de standaard EC, maar dit verschil was niet betrouwbaar (Fpr. 0,17). Er was ook geen betrouwbaar verschil in aantal oude groeipunten of recent gesplitste groeipunten, al was ook hier de trend zichtbaar dat een hoge EC iets meer groeipunten had. Verschillen in de hoeveelheid witte wortels waren ook niet betrouwbaar door de behandeling veroorzaakt.

## 5 Discussie

### 5.1 Realisatie van de behandelingen

#### 5.1.1 Drain en substraat analyses

Verschillen in EC en K:Ca verhouding zijn duidelijk en goed gerealiseerd. Het minst goed is de K:Ca verhouding van hoog EC 5:1 gerealiseerd. De keuze voor vrij extreme behandelingen heeft er wel toe geleid dat er vrij lage K waarden bij de 3:1 behandelingen en vrij lage Ca waarden bij de 5:1 behandelingen zijn ontstaan. Vooral bij de standaard EC 1:3 behandeling is het K gehalte in de drain regelmatig zeer laag geweest. Anderzijds is het K gehalte in de drain, maar met name in het substraat bij de 5:1 behandelingen zeer hoog geweest. Het Ca cijfer bij de 5:1 behandeling was in de drain goed volgens de doelstelling, maar in het substraat aan de lage kant.

Naast de bewust gemaakte verschillen zijn er ook enkele onbewust gemaakte verschillen geweest die verbonden waren met de benodigde voedingsoplossingen om de gewenste verschillen te maken. De standaard EC behandelingen hadden ook een relatief laag stikstof cijfer. Sowieso is met het variëren van het K cijfer ook de N:K verhouding gevarieerd. Er is ook een klein verschil in pH geweest tussen de behandelingen, waarbij de hoog EC behandelingen gemiddeld tot maximaal een half punt lagere pH hadden. Dit kan gevolgen hebben gehad voor de opname.

#### 5.1.2 Bladanalyses

Als naar de gehalten aan elementen in het blad wordt gekeken, dan werden de behandelingen goed gereflecteerd. Wel waren de gehalten hoger dan voor Carmen beschreven voor van den Bos (1986), met uitzondering van Kalium (1300 mmol/gr droge stof). Stikstof gehalte was in deze proef bijna twee keer zo hoog als de door van den Bos beschreven 2100 mmol/kg droge stof. Calcium was zelfs bij de 5:1 behandelingen gemiddeld nog hoger dan de door hem vermelde 250 mmol/kg droge stof. De gehalten komen wel overeen met de gehalte die Labrie heeft gevonden in haar onderzoek (Labrie 2010), die in de top van de bladeren gehalten vond tussen 334 tot 482 mmol/kg droge stof. Labrie vond minimale verschillen tussen gezonde blaadjes en vochtblaadjes. In dit onderzoek was tussen het gevoelige gewas voor vochtblaadjes van behandeling 5:1 en het minder gevoelige gewas van behandeling 1:3 in de winter vaak een verschil van 100 mmol/kg droge stof. De verschillen tussen de analyses op verschillende tijdstippen kon echter ook meer dan 100 mmol/kg droge stof bedragen. Dit maakt het zeer lastig om de gevoeligheid van een gewas voor vochtblaadjes te bepalen aan de hand van het Ca gehalte in het blad. Dit is ook wat door Ijdo beschreven is. Ijdo geeft aan dat Ca in de vacuole de gehalten sterk beïnvloeden waardoor verschillen in Ca in de celwanden moeilijk zijn te bepalen door bladanalyses (Ijdo 2011).

Ook fosfor en magnesium waren hoger. Tegenstrijdig met van den Bos was dat een hoog K aanbod een hoger gehalte Mg in het blad gaf dan een gemiddeld of hoog Ca aanbod. Er is tijdens de proef echter geen chlorose gezien die aan Mg gebrek doet denken. Het gemiddelde mg gehalte in het blad was ook voor alle behandelingen hoger dan 69 mmol/kg droge stof die van den Bos beschrijft.

### 5.2 Productie

De hypothese ten aanzien van productie was dat de hoog EC behandeling minder zou zijn dan de standaard EC. Zowel ervaringen in de praktijk (HilverdaKooy, 2010) als onderzoek (Noort, 1994), (Uitermark, 2000) gaven aanleiding tot deze hypothese. In deze proef werd bij hoge EC echter een hogere productie in aantal takken en biomassa gerealiseerd. De aangehouden hoge EC is niet extreem hoog geweest in verhouding tot de onderzoeken, maar bij een EC van 3,5 zijn eerder wel al negatieve effecten gevonden. De resultaten van dit onderzoek geven aan dat het EC effect afhankelijk is van de K:Ca verhouding. Alleen bij een K:Ca verhouding van 1:1 en 1:3 was er een positief effect van een hoge EC. De streefcijfers die in de praktijk worden aangehouden hebben vaak een K:Ca verhouding hoger tussen 0,7 en 1,4. Echter het druppelschema voor de substraatteelt heeft een K:Ca verhouding van 1,7 en is daarmee aan de hoge kant. Op basis van

dit onderzoek zou een K:Ca verhouding in de voedingsoplossing tussen 0,5 en 1 een betere opbrengstverwachting geven. Bij de behandelingen met een hoge productie (hoog EC 1:3 en hoog EC 1:1 waren bij het rooien minder voedingsknollen aanwezig. Wellicht dat de EC invloed heeft op het aanleggen van reserves van de plant. Er zijn in dit onderzoek echter onvoldoende waarnemingen aan het wortelgestel uitgevoerd om hier harde uitspraken over te doen. Dit onderzoek is maar met 1 cultivar uitgevoerd. Een andere cultivar kan anders reageren dan Primadonna.

## **5.3 Kwaliteit**

### **5.3.1 Lengte**

Smith vond in zijn onderzoek een negatief effect op de lengte en het gewicht van de kop van *Alstroemeria* terwijl in dit onderzoek de takken bij een hoger Ca gehalte juist langer waren. De EC variaties die Smith aangehouden heeft in zijn onderzoek waren relatief laag. De hoogste EC bij Smith was al lager dan de standaard EC behandeling in dit onderzoek. Ook werd een deel Calcium chloride gebruikt en leidingwater, terwijl in dit onderzoek de natrium en chloride cijfers overwegend zeer laag zijn geweest. Een hoog Ca cijfer is in dit onderzoek gaf met name in de zomer een langere tak. Voor de praktijk is juist in de zomer voldoende taklengte belangrijk. In de winter is een te lang gewas niet gewenst, maar dit is onder invloed van hoge Ca cijfers ook niet het geval geweest.

### **5.3.2 Gewicht**

*Alstroemeria* wordt gesorteerd en verkocht op basis van gewicht. Bij takgewicht was opvallend dat de behandeling standaard EC 1:1, samen met hoog EC 1:3, het hoogste takgewicht kende. Bij de standaard EC 1:1 behandeling heeft wellicht een minder volle gewasstand een rol gespeeld als gevolg van slechte planten. Al is niet te zeggen of dit de enige rede is geweest voor de opener gewasstand met zwaardere takken bij deze behandeling. De behandeling hoog EC 1:3 kende een eveneens hoog gemiddeld takgewicht, terwijl dit gewas altijd relatief vol heeft gestaan en er helemaal geen uitval is opgetreden. Opvallend is verder dat een hoger K aanbod niet heeft geleid tot zwaardere takken, noch tot meer stevigheid. Voor sommige kwekers is het verbeteren van de stevigheid soms een motivatie om de kaliumgift te verhogen. Dit lijkt op basis van dit onderzoek bij substraatteelt in kokos geen effectieve maatregel. Een hoog Ca gehalte heeft ook niet tot verlies aan stevigheid geleid ten opzichte van de standaard.

## **5.4 Plantgezondheid**

### **5.4.1 Vochtblaadjes en afwijkende bloemen**

Een doelstelling van dit onderzoek was de invloed van EC en K:Ca verhouding op het ontstaan van vochtblaadjes te bepalen. In de praktijk verhogen kwekers de EC om het aantal vochtblaadjes te verminderen. De achterliggende gedachte is dat door verhogen van de EC meer Calcium voor de plant beschikbaar komt. De resultaten van dit onderzoek wijzen uit dat het beter is de hoeveelheid Calcium in de voedingsoplossing te verhogen en de hoeveelheid Kalium te verlagen. Het verhogen van de EC kan eerder nog het aantal vochtblaadjes verhogen dan verlagen. De negatieve invloed van een hoge EC in verband met het ontstaan van vochtblaadjes is ook beschreven in Noors onderzoek (Anonymus 1997). Met het oog op vochtblaadjes zou de K:Ca verhouding nog iets lager moeten liggen dan voor een optimale productie. Een advies voor rassen die gevoelig zijn voor vochtblaadjes zou een K:Ca verhouding in de voedingsoplossing van in ieder geval lager dan 0,5 zijn. Hiermee lijkt ook een robuuster gewas ten aanzien van andere problemen zoals de verbranding van de bloemknoppen te ontstaan. Het gewas lijkt met een lage K:Ca verhouding beter in staat om schokken in het klimaat en felle instraling op te vangen.

In de onderzoeken naar “het nieuwe telen” van Alstroemeria is duidelijk geworden dat het bij het ontstaan van vochtblaadjes niet alleen om de hoeveelheid Ca in de bodem gaat. Ook de opname is bij Ca gerelateerde problemen een belangrijke factor. Zowel Van der helm (2012) als Labrie (2010) geven aan dat het vermijden van een vocht deficit lager dan 1,5 a 1,7 in het gewas problemen met vochtblaadjes al voor een groot deel kan voorkomen. Samen met de resultaten uit dit onderzoek hebben kwekers nu twee middelen in handen om problemen met vochtblaadjes te voorkomen.

## 5.4.2 Uitval

In dit onderzoek waren er bij de behandelingen met standaard EC meer problemen met slechte planten dan bij hoog EC. Dit is een versturende factor geweest bij de bepalingen van productie en kwaliteit. Echter, gezien het feit dat de uitval direct aan een standaard EC behandeling gekoppeld was, is de verwachting dat dit bij herhaling ook weer op zal treden. Daarom is de data hier niet voor gecorrigeerd. Wel is voor de beeldvorming gekeken wat de impact van correctie zou zijn op de resultaten met productie. De gevonden resultaten blijven dan overeind, behalve dat de EC dan niet betrouwbaar een bepalende factor is geweest bij productie als uitval niet optreedt. Alle verschillen waarin met name K:Ca verhouding het verschil bepaalde, zoals lengte in de zomer en in aantal vochtblaadjes zijn vrijwel zeker niet door de uitval beïnvloed. Takgewicht zou wel ook in zekere mate door de uitval beïnvloed kunnen zijn.

## 5.4.3 Afgroeiërs

Over het ontstaan van afgroeiërs is in dit onderzoek weinig verhelderende informatie boven tafel gekomen. Er is een betrouwbaar effect van EC geweest, maar dit is met name in de wintermaanden ontstaan, terwijl afgroeiërs juist in de zomer veel voorkomen (van der Helm, 2012). Van der Helm en Labrie vonden in de proeven met toevoeren van buitenlucht ook geen invloed van een (sterk) verhoogd vochtdeficit op afgroeiërs. Het ontstaan van afgroeiërs is dus hiermee duidelijk geen Calcium gerelateerd probleem. Het is zelfs maar de vraag of verdamping überhaupt van invloed is op het ontstaan van afgroeiërs. De ontstaansmomenten vielen ook in deze proef vaak samen met perioden van veel instraling. Het blijft echter een raadsel wat voor mechanisme aan de basis ligt van het ontstaan van afgroeiërs.



## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

Uit de twee jaar durende kasproef kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Een hoge druppel EC (3 tot 3,5) geeft op een kokossubstraat bij een K:Ca verhouding van 1:1 of lager betrouwbaar meer productie in stuks en in kilo's geoogst gewicht dan een lage EC (2 tot 2,5). De productie bij een K:Ca verhouding van 5:1 is altijd lager, de EC heeft hierop geen invloed.
- In de zomer was er invloed van K:Ca verhouding op de productie. In de winter was er invloed van EC op de productie.
- Bij een hoge druppel EC (3 tot 3,5) en een K:Ca verhouding van 1:3 in de voedingsoplossing waren zowel productie en takgewicht per 80 cm het hoogste.
- De lengte van het gewas in de zomer was duidelijk hoger als gevolg van een lagere K:Ca in de voedingsoplossing
- Een voedingsoplossing met een K:Ca verhouding van 1:3 geeft een robuuster gewas dat minder vatbaar is voor vochtblaadjes en bloemschade door klimaat wisselingen en hoge instraling.
- Een hoge EC (3 tot 3,5) maakt het gewas gevoeliger voor vochtblaadjes, maar in mindere mate dan door een hoge K:Ca verhouding.
- Een K:Ca verhouding van 5:1 in de voedingsoplossing heeft in dit onderzoek geleid tot kortere takken.
- De lage druppel EC heeft in dit onderzoek meer problemen gegeven met uitval.

### 6.2 Aanbevelingen voor de praktijk

Op basis van de resultaten uit deze proef wordt geadviseerd om voor een optimale productie bij de teelt van *Alstroemeria* in kokossubstraat een druppel EC aan te houden tussen 2,5 en 3,5. In de zomer kan de EC zonder veel problemen lager zijn. In de winter kan bij veel problemen met vochtblaadjes een verlaging van de EC de problemen wellicht verminderen, maar beter is het om de K:Ca verhouding dan te verlagen. In deze proef werden bij een verhouding van 0,33 in de voedingsoplossing de minste vochtblaadjes geteld. Ook de productie en de kwaliteit was bij een K:Ca verhouding van 1:3 en 1:1 het beste, dus aangeraden wordt om een K:Ca verhouding in de voedingsoplossing na te streven die niet hoger is dan 1.

Deze proef is uitgevoerd op een kokossubstraat. De voedingsoplossing en streefcijfers zijn niet direct vertaalbaar naar de teelt in de grond. In de eerste plaats omdat grond voor een deel uit kleimineralen bestaat. Deze hebben een adsorptiecomplex, waarbij kationen worden geadsorbeerd. Om voldoende structuur te waarborgen is een hoge bezetting met Ca noodzakelijk, zodat er overheersend Ca in de bodemoplossing aanwezig moet zijn. Dit wordt onder andere gerealiseerd door een minimaal  $\text{CaCO}_3$  gehalte in de bodem te handhaven (min. 0.5%). In de tweede plaats is het beschikbare bodemvolume het 50 tot 100voudige van substraat, waardoor er veel meer effect is van de bodemmatrix (het geheel van zand en kleimineralen en neergeslagen zouten als Ca-zouten, allerlei fosfaten e.d) op de beschikbaarheid van nutriënten. Met name is dit van belang voor P vanwege de pH (meestal hoog in de bodem: geringe concentratie, maar door het grote volume toch voldoende voor de plant). Tenslotte speelt voor N de gehele N-kringloop van bodemorganische stof tot  $\text{NO}_3^-$  een belangrijke rol.

Daarom is het voor de grondteelten, met het oog op voldoende Ca in de groeipunten, waarschijnlijk gemakkelijker om de verdamping bij dood klimaat tussen het gewas te stimuleren door bijvoorbeeld toevoer van droge buitenlucht of andere soorten luchtbeweging, zoals aangetoond in een praktijkproef met toevoer van droge buitenlucht. (van der Helm, 2012).

### 6.3 Aanbevelingen voor onderzoek

Bij *Alstroemeria* vindt de ontwikkeling van de plant die bepalend is voor de productie ondergronds plaats. In deze proef zijn aanwijzingen gevonden dat met name de EC van invloed is op de ondergrondse ontwikkeling van de plant en wellicht daarmee samenhangend de productie. Bij dit onderzoek is de watergift uitgevoerd zoals dit in de praktijk standaard is,

veel kleiner beurtjes. De laatste 3 maanden van de teelt is een watergift met minder en grotere beurten uitgevoerd, zodat het substraat tussentijds wat meer indroogt. Dit is in andere teelten op kokos ook gebruikelijk. Er is geen directe invloed op het bovengrondse gewas gezien, maar de wortels waren bij het rooien wel gezonder dan bij de waarneming van de wortels enkele maanden daarvoor toen de watergift strategie is aangepast. Watergift, ontwatering en EC en de invloed op de ondergrondse ontwikkeling zijn wellicht mogelijkheden om de productie van Alstroemeria op substraat nog verder te optimaliseren. Hierbij kan een grover substraat gebruikt worden. Wel kan daarmee de koeling moeilijker worden als gevolg van een lager watergehalte van de grond. In de proef is effect gezien van EC op uitval door Fusarium. De relatie tussen Fusarium en EC zou verder onderzocht kunnen worden. Een laatste onopgelost vraagstuk blijft de oorzaak van het ontstaan van afgroeiërs.



## 7 Referenties

- Cosgrove DJ. 2001.  
Wall structure and wall loosening. A look back and forwards. *Plant Physiology* 125: 131-134.
- Gilliam M, Dayod M, Hocking BJ, Xu B, Conn SJ, Kaiser BN, Leigh RA, Tyerman SD. 2011.  
Calcium delivery and storage in plant leaves: exploring the link with water flow. *Journal of Experimental Botany* 62: 2233-2250.
- Kerton M, Newbury HJ, Hand D, Pritchard J. 2009.  
Accumulation of calcium in the centre of leaves of coriander (*Coriandrum sativum* L.) is due to an uncoupling of water and ion transport. *Journal of Experimental Botany* 60: 227-235.
- Anonymous (1997).  
"Inspelen op voedingsbehoeften alstroemeria." *Gartner Yrket* 17/1996.in *Vakblad voor de Bloemisterij* **4/1997**.
- Bairu, M. W., W. A. Stirck, *et al.* (2009).  
"Factors contributing to in vitro shoot-tip necrosis and their physiological interactions." *Plant Cell Tissue and Organ Culture* **98**(3): 239-248.
- Bierman, P. M., C.J. Rosen, H.F. Wilkins (1990).  
"Leaf edge burn and axillary shoot growth of vegetative poinsettia plants: influence of calcium, nitrogen form and molybdenum. ." *J. Amer. Hort. Soc.* **145**: 222-229.
- Bik, R. A., Van den Berg, Th, J.M. (1981).  
"Nitrogen and potassium fertilization of the alstroemeria cultivars 'Orchid' and 'Carmen' grown on peat." *Acta Horticulturae* **126**.
- Blomme, R., Dambre, P. (1982).  
"Problems in the culture of Alstroemeria." *Verbondsnieuws voor de Belgische Sierteelt.* **26**(14): 643-646.
- Bremer, B., K. Bremer, *et al.* (2009).  
"An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III." *Botanical Journal of the Linnean Society* **161**(2): 105-121.
- Ceusters, J., E. Londers, *et al.* (2008).  
"Glucuronarabinoxylan structure in the walls of Aechmea leaf chlorenchyma cells is related to wall strength." *Phytochemistry* **69**(12): 2307-2311.
- De Groot, M. (2010).  
"Persoonlijke communicatie." Kairos Adviesbureau.
- De Kreij, C. (1993).  
"Calcium transport het meest beïnvloed." *Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk/Aalsmeer* **104**: 36-37.
- De Kreij, C., W. Voogt, A.L. van den Bos, R. Baas (1997).  
"Voedingsoplossingen voor de teelt van Alstroemeria in gesloten teeltsystemen." *Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk*.
- Ehret, D., .L., L.C. Ho (1986).  
"Translocation of calcium in relation tot tomato fruit growth." *Ann. Bot.* **58**: 679-688.
- HilverdaKooij (2010).  
"Teelthandleiding Alstroemeria." [www.hilverdakooij.nl](http://www.hilverdakooij.nl).
- Ho, L. C., P. Adams (1989).  
"Calcium deficiency, a matter of inadequate transport to rapidly growing organs. ." *Plants Today* **2**: 202-207.
- Holtum, J. A. M., K. Winter, *et al.* *Crassulacean acid metabolism in the ZZ plant, <i>Zamioculcas zamiifolia</i> (Araceae), American Journal of Botany.* 2007.  
94: 10, 1670-1676.  
many ref.
- Islam, A., C. J. Asher, *et al.* (1987).  
"RESPONSE OF PLANTS TO CALCIUM-CONCENTRATION IN FLOWING SOLUTION CULTURE WITH CHLORIDE OR SULFATE AS THE COUNTERION." *Plant and Soil* **98**(3): 377-395.

- Labrie, C. W., H.F. Zwart (2010).  
 “Het Nieuwe Telen Alstroemeria, Energiezuinig teeltconcept snijbloemen met een lage warmtebehoefte.” Wageningen UR Glastuinbouw.
- Lisiecka, A., Szczepaniak, S (1983).  
 “Effect of NPK levels on flower yield in alstroemeria.” *Prace Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach, B (Rosliny Ozdobne)* **8**: 93-99.
- Marschner, H. (1995).  
 Mineral nutrition of higher plants. London [etc.], Academic Press.
- Mascarenhas, R., M. Robalo-Cordeiro, *et al.* (2001).  
 “Allergic and irritant occupational contact dermatitis from alstroemeria.” *Contact Dermatitis* **44**(3): 196-197.
- Milde, H. (1983).  
 “Alstroemeria.” *Die Gartenbauwissenschaft* **83**(4): 81-89.
- Noort, F. v., Uitermark, C.G.T. (1994).  
 “De invloed van EC op de groei en ontwikkeling van Alstroemeria, tussentijds verslag.” ROC Vleuten.
- Raven “Biology of Plants.”  
 Shedlosky (1987).  
 “Growth of bedding plants in response to rootzone heating and night temperature regimes.” *Hort Science* 112/1987.
- Smith, M. A., G. C. Elliott, *et al.* (1998).  
 “Calcium and nitrogen fertilization of Alstroemeria for cut flower production.” *Hortscience* **33**(1): 55-59.
- Sonneveld, C., Voogt, W. (2009).  
 “Plant nutrition of greenhouse crops.” Springer.
- Uitermark, C. G. T., Tas, J.C.M. (2000).  
 “Invloed van watergeeffrequentie, EC en koelen van de voedingsoplossing in een eb/vloed-systeem bij Alstroemeria.” Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Aalsmeer.
- Van den Bos, A. L. (1986).  
 “Overzicht onderzoeksgegevens stikstof- en kalibemesting.” *Vakblad voor de Bloemisterij* 51/52 (1986).
- Van der Helm, F. (2012).  
 “Droge buitenlucht toevoeren bij alstroemeria”
- Van Os, P. C., T.J.M. van den Berg. (1991).  
 “Telen van Alstroemeria in een recirculerend systeem.” Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Aalsmeer  
**133.**
- Van Zanten, R. (2010).  
 “Teeltbeschrijving Alstroemeria.” [www.royalvanzanten.com](http://www.royalvanzanten.com).
- Voogt, W. (2004).  
 “Verdampingsonderzoek Alstroemeria.” PPO Naaldwijk.
- Voogt, W. (2010).  
 “persoonlijke communicatie.”
- Ijdo, M (2011).  
 “Bladrandjes en Ca bij tomaat”

## Bijlage I Basis voedingsschema's bij de start

	1	2	3	4	5	6
	std.EC	std.EC	std.EC	hoog EC	hoog EC	hoog EC
	1:1	5:1	1:3	1:1	5:1	1:3
<b>EC</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
NH <sub>4</sub>	1.3	1.3	1.3	2.6	2.6	2.6
<b>K</b>	<b>7.9</b>	<b>12.6</b>	<b>3.9</b>	<b>15.8</b>	<b>25.3</b>	<b>7.9</b>
<b>Ca</b>	<b>3.4</b>	<b>1.1</b>	<b>5.4</b>	<b>6.9</b>	<b>2.1</b>	<b>10.8</b>
Mg	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
NO <sub>3</sub>	13.2	13.2	13.2	26.4	26.4	26.4
SO <sub>4</sub>	1.9	1.9	1.9	3.7	3.7	3.7
P	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2
Fe	60	60	60	60	60	60
Mn	7	7	7	7	7	7
Zn	3	3	3	3	3	3
B	30	30	30	30	30	30
Cu	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mo	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

*Nagestreefde verhoudingen in de gift en de verwachting voor het wortelmilieu.*

Behandeling	Gift (variabel)		Wortelmilieu (op sturen)	
	EC-gift	K:Ca-gift	EC	K:Ca
1	2	2,3:1	1.5	1;1
2	2	12;1	1.5	5;1
3	2	0.73:1	1.5	1;3
4	4	2,3:1	2.5	1;1
5	4	12;1	2.5	5;1
6	4	0.73:1	2.5	1;3



## Bijlage II Voedingsschema's na aanpassingen

*Ophoging N gift, verlaging EC hoog en ophoging K in beh 3 (1-3-2011)*

	1	2	3	4	5	6
	std.EC	std.EC	std.EC	hoog EC	hoog EC	hoog EC
	1:1	5:1	1:3	1:1	5:1	1:3
<b>EC</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
NH <sub>4</sub>	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8
<b>K</b>	<b>8.1</b>	<b>12.1</b>	<b>4.3</b>	<b>12.1</b>	<b>18.2</b>	<b>6.4</b>
<b>Ca</b>	<b>3.2</b>	<b>1.2</b>	<b>5.1</b>	<b>4.9</b>	<b>1.8</b>	<b>7.7</b>
Mg	1.1	1.1	1.1	1.7	1.7	1.7
NO <sub>3</sub>	14.6	14.6	14.6	21.8	21.8	21.8
SO <sub>4</sub>	1.1	1.1	1.1	1.7	1.7	1.7
P	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8
Fe	60	60	60	60	60	60
Mn	7	7	7	7	7	7
Zn	3	3	3	3	3	3
B	30	30	30	30	30	30
Cu	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mo	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67

*Ophoging K gift (18-8-2011).*

	1	2	3	4	5	6
	std.EC	std.EC	std.EC	hoog EC	hoog EC	hoog EC
	1:1	5:1	1:3	1:1	5:1	1:3
<b>EC</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
NH <sub>4</sub>	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8
<b>K</b>	<b>8.1</b>	<b>12.1</b>	<b>5.7</b>	<b>12.1</b>	<b>18.2</b>	<b>8.5</b>
<b>Ca</b>	<b>3.2</b>	<b>1.2</b>	<b>4.4</b>	<b>4.9</b>	<b>1.8</b>	<b>6.7</b>
Mg	1.1	1.1	1.1	1.7	1.7	1.7
NO <sub>3</sub>	14.6	14.6	14.6	21.8	21.8	21.8
SO <sub>4</sub>	1.1	1.1	1.1	1.7	1.7	1.7
P	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8
Fe	60	60	60	60	60	60
Mn	7	7	7	7	7	7
Zn	3	3	3	3	3	3
B	30	30	30	30	30	30
Cu	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mo	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67

EC verhoging 15-11-2011

	1	2	3	4	5	6
	std.EC	std.EC	std.EC	hoog EC	hoog EC	hoog EC
	1:1	5:1	1:3	1:1	5:1	1:3
EC	2.5	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5
NH <sub>4</sub>	1.5	1.5	1.5	2.1	2.1	2.1
K	10.1	15.2	7.1	14.2	21.2	9.9
Ca	4.0	1.5	5.6	5.7	2.1	7.8
Mg	1.4	1.4	1.4	1.9	1.9	1.9
NO <sub>3</sub>	18.2	18.2	18.2	25.5	25.5	25.5
SO <sub>4</sub>	1.4	1.4	1.4	1.9	1.9	1.9
P	1.5	1.5	1.5	2.1	2.1	2.1
Fe	60	60	60	60	60	60
Mn	7	7	7	7	7	7
Zn	3	3	3	3	3	3
B	30	30	30	30	30	30
Cu	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mo	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67

EC verlagend en K ophoging weer terug 15-3-2012

	1	2	3	4	5	6
	std.EC	std.EC	std.EC	hoog EC	hoog EC	hoog EC
	1:1	5:1	1:3	1:1	5:1	1:3
EC	2	2	2	3	3	3
NH <sub>4</sub>	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8
K	8.1	12.1	4.3	12.1	18.2	6.4
Ca	3.2	1.2	5.1	4.9	1.8	7.7
Mg	1.1	1.1	1.1	1.7	1.7	1.7
NO <sub>3</sub>	14.6	14.6	14.6	21.8	21.8	21.8
SO <sub>4</sub>	1.1	1.1	1.1	1.7	1.7	1.7
P	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8
Fe	60	60	60	60	60	60
Mn	7	7	7	7	7	7
Zn	3	3	3	3	3	3
B	30	30	30	30	30	30
Cu	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mo	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67

EC verlaging 30-7-2012

	1	2	3	4	5	6
	std.EC	std.EC	std.EC	hoog EC	hoog EC	hoog EC
	1:1	5:1	1:3	1:1	5:1	1:3
EC	1.8	1.8	1.8	2.8	2.8	2.8
NH <sub>4</sub>	1.1	1.1	1.1	1.7	1.7	1.7
K	7.3	10.9	5.1	11.3	17.0	7.9
Ca	2.9	1.1	4.0	4.5	1.7	6.2
Mg	1.0	1.0	1.0	1.6	1.6	1.6
NO <sub>3</sub>	13.1	13.1	13.1	20.4	20.4	20.4
SO <sub>4</sub>	1.0	1.0	1.0	1.6	1.6	1.6
P	1.1	1.1	1.1	1.7	1.7	1.7
Fe	60	60	60	60	60	60
Mn	7	7	7	7	7	7
Zn	3	3	3	3	3	3
B	30	30	30	30	30	30
Cu	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mo	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67





## Bijlage III Analysecijfers van drain

Row Labels	EC	pH	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	P	Na	Si	Fe	Mn	Zn	B
standaard															
1:1	1.5	6.5	4.3	3.4	1.5	8.2	0.3	1.7	0.9	0.5	0.2	31.8	1.5	2.9	28.2
1:3	1.3	6.6	1.2	4.2	1.4	6.2	0.3	1.7	0.8	0.4	0.3	26.7	1.2	2.9	25.1
5:1	1.5	6.6	7.8	1.4	1.0	6.9	0.3	1.6	0.9	0.5	0.3	30.7	0.9	3.0	25.9
hoog															
1:1	2.8	6.1	9.1	5.9	2.5	17.9	0.5	2.7	1.7	0.5	0.2	30.7	2.4	2.6	26.5
1:3	2.8	6.2	3.4	9.6	3.1	18.4	0.6	3.2	1.9	0.5	0.3	31.1	1.8	2.7	32.3
5:1	2.7	6.3	12.9	3.5	2.0	16.0	0.3	2.6	1.7	0.5	0.2	28.8	1.7	2.5	26.3
Grand Total	2.1	6.4	6.4	4.7	1.9	12.3	0.4	2.2	1.3	0.5	0.2	30.0	1.6	2.8	27.4

### EC analyse cijfers

Row Labels	standaard			hoog		
	1:1	1:3	5:1	1:1	1:3	5:1
10-5-2012	1.9	1.4	1.8	3.1	3	3.3
12-6-2012	1.8	1.7	2	3.1	3.1	2.3
13-7-2012	1.9	1.6	1.8	3.3	3.3	3.3
28-8-2012	1.8	1.7	1.9	3.1	3.3	2.9
29-3-2012	1.8	1.4	1.7	3.1	2.9	3.1
6-3-2012	1.8	1.3	1.7	3	2.9	3.1
15-10-2010	1.4	1.3	1.5	1.9	1.7	2
18-11-2010	1.2	1.1	1.2	2.7	2.5	2.1
14-12-2010	1.1	1	0.9	2.2	3.1	3.2
22-2-2011	1.1	1.1	1.3	3.3	3.4	3.2
30-3-2011	1.3	1.2	1.4	2.9	2.7	2.5
2-5-2011	1.6	1.5	1.5	3.1	2.6	2.9
30-5-2011	1.7	1.4	1.6	3.1	2.8	2.4
30-6-2011	1.7	1.4	1.4	2.9	2.7	2.5
17-8-2011	1.6	1.1	1.5	2.8	2.8	2.5
27-9-2011	1.2	1	1.3	2.7	2.5	2.7
29-11-2011	1.2	0.8	1.1	2.3	2.1	2.5
15-12-2011	1.5	1	1.2	2.5	2.4	2.5
10-1-2012	1.6	1.3	1.5	2.7	2.7	2.5
1-2-2012	1.7	1.3	1.5	2.7	2.7	3
Grand Total	1.5	1.3	1.5	2.8	2.8	2.7

pH cijfers

Row Labels	standaard			hoog		
	1:1	1:3	5:1	1:1	1:3	5:1
10-5-2012	6.7	6.9	7	6.5	6.4	6.5
12-6-2012	6.4	6.4	6.8	6	6.2	6.4
13-7-2012	6.6	6.2	6.5	5.8	6	5.9
28-8-2012	5.9	5.9	6	5.1	5.3	5.1
29-3-2012	6.4	6.7	6.7	6.3	6.4	6.3
6-3-2012	6.4	6.7	6.7	6.1	6.3	6.3
15-10-2010	6.3	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4
18-11-2010	6.6	6.6	6.6	6.3	6.3	6.5
14-12-2010	6.6	7.1	6.6	6.4	6.2	6.5
22-2-2011	6.8	6.9	6.9	6	5.9	6.2
30-3-2011	6.6	6.3	6.4	6.1	5.9	6.2
2-5-2011	6.5	6.7	6.5	5.9	6.1	6.2
30-5-2011	6.4	6.6	6.6	6	6	6.3
30-6-2011	6.3	6.6	6.5	6	6.1	6.4
17-8-2011	6.4	6.7	6.5	6.1	6.2	6.4
27-9-2011	6.5	6.8	6.5	6	6.2	6.2
29-11-2011	6.6	6.9	7	6.4	6.7	6.6
15-12-2011	6.2	6.6	6.7	5.9	6.3	6.3
10-1-2012	6.3	6.5	6.7	5.9	6	6.3
1-2-2012	6.7	6.9	6.9	6.3	6.4	6.6
Grand Total	6.5	6.6	6.6	6.1	6.2	6.3

Ca-cijfers

Row Labels	standaard			hoog		
	1:1	1:3	5:1	1:1	1:3	5:1
10-5-2012	4.1	4.7	1.3	6.6	10.4	3.6
12-6-2012	4.2	5.6	1.6	6.6	11.1	4.6
13-7-2012	4	5.2	1.4	7	11.1	4.9
28-8-2012	3.7	5	1.6	6.4	9.6	4
29-3-2012	4.1	5	1.5	7	10.4	5.9
6-3-2012	3.8	4.5	1.4	6.4	9.5	5.3
15-10-2010	2.2	2.5	1.9	3.4	3.5	2.7
18-11-2010	2.3	3.3	1.2	5.9	8.2	3
14-12-2010	2.3	3.1	0.7	4.3	11.1	2.9
22-2-2011	2.7	4.3	1.2	7.3	13.9	4.9
30-3-2011	3	4.2	1.2	5.4	9.6	2.8
2-5-2011	3.9	5	1.3	6.4	8.9	2.5
30-5-2011	3.8	5	1.2	6.4	9.8	3.6
30-6-2011	3.8	5	1.1	6.6	10.1	2.2
17-8-2011	3.8	4.2	1.1	6.6	11.1	3.1
27-9-2011	3	3.4	3.3	5.7	9.9	3.2
29-11-2011	2.5	2.6	0.8	4.6	7.4	2.3
15-12-2011	3	3.4	0.9	4.8	8.2	3.4
10-1-2012	3.2	4	1.1	5.3	8.5	2.9
1-2-2012	3.6	4.4	1.2	5.9	9.3	2.3
Grand Total	3.3	4.2	1.3	5.9	9.6	3.5

K-cijfers

Row Labels	standaard			hoog		
	1:1	1:3	5:1	1:1	1:3	5:1
10-5-2012	5.2	1.2	9.8	9.1	3.2	17.9
12-6-2012	5.9	2	11.6	10	4.5	8.1
13-7-2012	5	2	9.4	11.1	5.2	14.6
28-8-2012	5.1	2.7	9.3	10.4	6.1	13.4
29-3-2012	5.3	1	9	9.2	2.7	11.4
6-3-2012	4.8	0.7	8.7	8.2	2.6	11.6
15-10-2010	4.6	3.7	6.4	6.3	4.7	7.2
18-11-2010	2.7	1	5.8	8.6	3.8	8.9
14-12-2010	2.2	0.6	4.2	6.5	3.5	18.4
22-2-2011	2.4	0.3	7.1	12.2	3.8	15.8
30-3-2011	3	0.9	7.7	9.7	3.5	11.7
2-5-2011	4.8	1.6	8.9	10.6	4	15.8
30-5-2011	5.2	1.4	8.9	10.8	3.6	9.7
30-6-2011	5.8	1.2	8.6	10.8	3.4	13.8
17-8-2011	4.4	0.4	8.4	10	2	13.2
27-9-2011	3.5	0.5	3.6	8.6	2	15.3
29-11-2011	3.5	0.4	6.1	7	1.4	13.2
15-12-2011	4.1	0.7	6.5	6.8	2.1	11.2
10-1-2012	3.8	1	7	7.1	2.3	10.3
1-2-2012	5	1.3	8.1	8	2.7	16.9
Grand Total	4.3	1.2	7.8	9.1	3.4	12.9

Mg-cijfers

Row Labels	standaard			hoog		
	1:1	1:3	5:1	1:1	1:3	5:1
10-5-2012	1.9	1.6	1.3	3.2	3.7	2.5
12-6-2012	2	1.8	1.7	3.1	3.8	2.2
13-7-2012	1.9	1.7	1.4	3.2	3.7	2.7
28-8-2012	1.6	1.6	1.5	2.9	3	2.3
29-3-2012	1.8	1.6	1.3	3	3.5	2.9
6-3-2012	1.7	1.5	1.3	2.8	3.5	2.8
15-10-2010	1.2	1.4	1.1	1.9	2	1.6
18-11-2010	1.2	1.4	0.8	2.6	2.8	1.6
14-12-2010	1.1	1.1	0.4	1.8	3.3	2.1
22-2-2011	1.1	1.1	0.8	2.6	3.4	2.3
30-3-2011	1.3	1.2	0.9	2.1	2.5	1.5
2-5-2011	1.5	1.4	0.9	2.2	2.5	1.6
30-5-2011	1.4	1.4	0.9	2.2	2.8	1.6
30-6-2011	1.5	1.6	0.8	2.5	3.3	1.5
17-8-2011	1.5	1.3	0.8	2.6	3.7	1.7
27-9-2011	1.2	1.1	1.3	2.3	3.3	1.9
29-11-2011	1.1	0.9	0.6	2.1	2.5	1.6
15-12-2011	1.5	1.2	0.8	2.3	3	1.9
10-1-2012	1.4	1.3	1	2.3	3	1.7
1-2-2012	1.7	1.5	1.1	2.6	3.2	1.9
Grand Total	1.5	1.4	1.0	2.5	3.1	2.0





Analyse van kokos substraat in de winter (jan 2011) in 1:2 volume extract

CSub	DOnvangs	CdObje	Monse	veld	EC	K/Ca	K/Ca	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
					Streel	Streel	realisatie																			
POT	17012011	41292	604-1a	10	1.5	1.00	2.67	0.5	6.1	< 0.1	1.6	0.3	0.6	0.3	1.7	0.4	0.6	< 0.1	0.1	0.1	6.4	< 0.4	2.3	12	0.6	< 0.1
POT	17012011	41289	604-1b	3	1.5	1.00	5.00	0.3	6.5	< 0.1	1	0.5	0.2	0.1	0.4	0.2	0.7	< 0.1	0.1	0.2	3.3	< 0.4	2	8.3	1.2	< 0.1
POT	17012011	41291	604-2a	9	1.5	5.00	17.00	0.3	6.5	< 0.1	1.7	0.3	0.1	< 0.1	0.8	< 0.1	0.6	< 0.1	0.1	0.2	4.7	< 0.4	1.5	9.6	0.8	< 0.1
POT	17012011	41282	604-2b	5	1.5	5.00	22.00	0.4	6.6	< 0.1	2.2	0.4	0.1	< 0.1	1.5	0.1	0.5	< 0.1	0.2	0.2	2.7	< 0.4	1.7	8.2	0.4	< 0.1
POT	17012011	41287	604-3a	7	1.5	0.33	0.75	0.4	5.9	0.1	0.6	0.3	0.8	0.4	1.2	0.4	0.6	< 0.1	0.2	0.2	6.8	< 0.4	2.3	12	0.7	< 0.1
POT	17012011	41281	604-3b	6	1.5	0.33	1.00	0.3	6.3	< 0.1	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.3	0.7	< 0.1	0.1	0.2	3.1	< 0.4	2	8.7	1	< 0.1
POT	17012011	41286	604-4a	11	2.5	1.00	2.30	0.7	6.5	0.2	2.3	0.8	1	0.6	1.4	0.5	1.7	< 0.1	0.6	0.3	3	< 0.4	4.4	6.5	1.7	< 0.1
POT	17012011	41290	604-4b	1	2.5	1.00	3.22	0.8	6.2	0.1	2.9	0.8	0.9	0.6	2.2	0.5	1.5	< 0.1	0.6	0.3	4	< 0.4	3.4	7.8	2	< 0.1
POT	17012011	41285	604-5a	12	2.5	5.00	13.00	0.9	6.6	< 0.1	5.2	0.5	0.4	0.3	3.2	0.1	1.3	< 0.1	0.7	0.2	2.9	< 0.4	2.7	8.9	1.2	< 0.1
POT	17012011	41283	604-5b	2	2.5	5.00	15.00	0.8	6.9	0.1	4.5	0.5	0.3	0.2	1.6	< 0.1	1.6	< 0.1	0.7	0.3	3.1	< 0.4	3.2	4.7	1.8	< 0.1
POT	17012011	41284	604-6a	8	2.5	0.33	0.54	1	6.1	0.1	1.3	0.5	2.4	1	4	0.9	1.4	< 0.1	0.7	0.2	4.7	0.4	3.2	10	1.2	< 0.1
POT	17012011	41288	604-6b	4	2.5	0.33	0.46	1	6.1	0.1	1.2	0.3	2.6	1	4.1	0.8	1.3	< 0.1	0.7	0.2	4.8	< 0.4	2.7	12	1	< 0.1



## Bijlage IV Resultaten bladanalyses.

Gemiddelde gehalten in het blad over alle analyses

Data												
EC	K:Ca	Droge stof(%)	K	Ca	N	P	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Hoog EC	K:Ca 1:1	11	1175	422	4439	187	171	6829	1770	660	3351	38
	K:Ca 1:3	12	1096	470	4567	194	170	6241	1838	631	3271	37
	K:Ca 5:1	12	1213	319	4495	187	216	6629	1948	554	3509	32
standaard EC	K:Ca 1:1	11	1135	399	4351	185	168	4782	1678	545	3362	33
	K:Ca 1:3	12	974	463	4378	185	182	4618	1638	563	3245	38
	K:Ca 5:1	12	1158	323	4238	175	208	4900	1733	519	3398	29
Gemiddelde totaal		12	1125	399	4411	185	186	5667	1767	578	3356	34

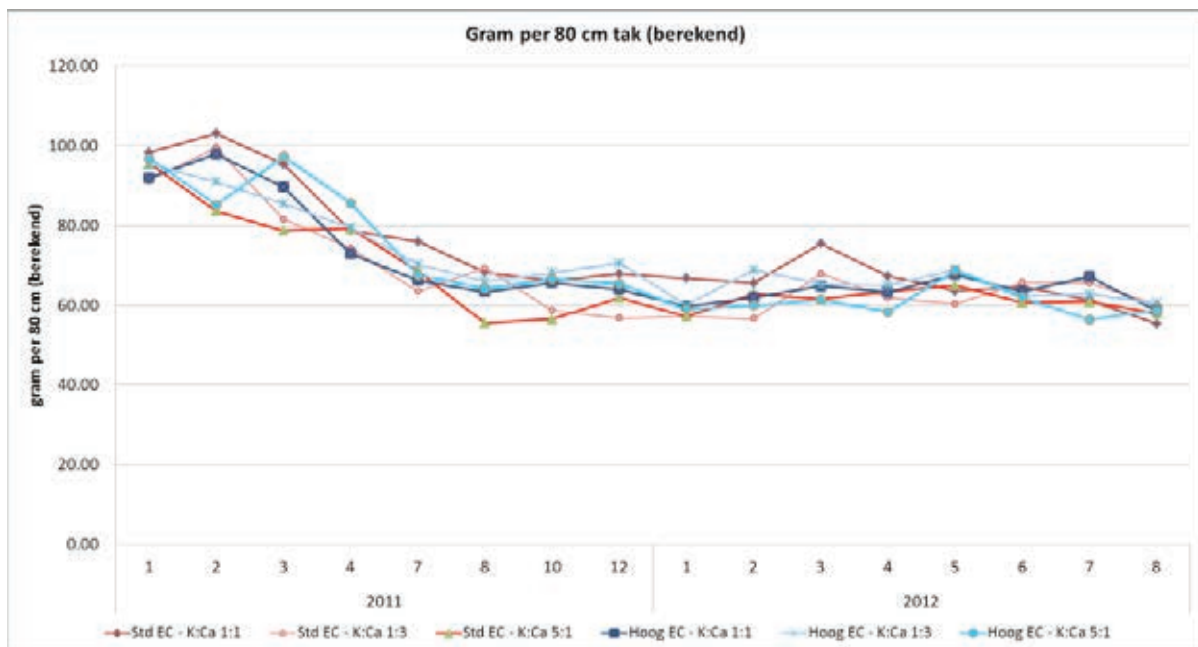
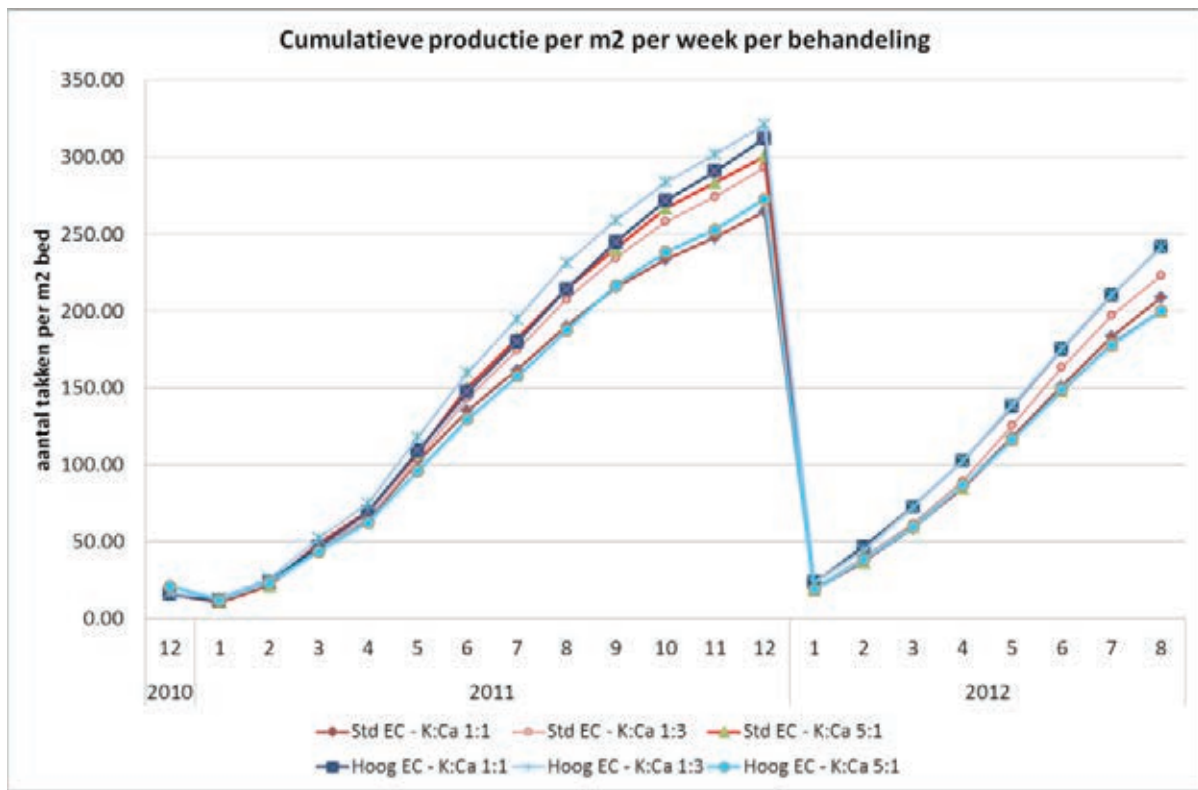
Gehalte aan voedingselementen in het blad per analyse

datum	EC	K:Ca	Data						Data				
			Droge stof(%)	K	Ca	N	P	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu
20-1-2012	Hoog EC	K:Ca 1:1	10	1129	450	4918	179	190	6400	1800	500	3600	#
		K:Ca 1:3	10	849	540	5299	209	190	7700	2400	700	3900	#
		K:Ca 5:1	11	1029	320	4968	191	250	6100	1900	600	4500	20
	standaard EC	K:Ca 1:1	10	929	460	5064	181	200	5300	2000	600	3500	#
		K:Ca 1:3	10	779	490	4997	183	190	5700	2100	600	3100	#
		K:Ca 5:1	11	1019	320	4725	161	250	5900	2300	500	2900	#
1-3-2012	Hoog EC	K:Ca 1:1	10	1201	408	5172	244	220	5800	1400	700	4200	13
		K:Ca 1:3	10	1054	452	5458	254	196	7200	1900	800	3900	23
		K:Ca 5:1	11	1244	290	5254	236	259	5500	1500	600	4200	11
	standaard EC	K:Ca 1:1	10	1196	368	5287	269	219	4700	1500	800	4000	16
		K:Ca 1:3	11	962	431	5097	253	211	4300	1200	700	3700	18
		K:Ca 5:1	11	1156	292	4733	222	246	5100	1600	700	4200	21
11-4-2012	Hoog EC	K:Ca 1:1	12	1077	360	4903	195	196	3900	1400	600	3500	21
		K:Ca 1:3	13	1010	423	5219	210	166	6200	1400	600	3500	20
		K:Ca 5:1	13	1218	285	5548	204	270	5800	1400	500	3600	25
	standaard EC	K:Ca 1:1	12	1014	417	4796	188	187	5500	1300	500	3700	21
		K:Ca 1:3	12	743	344	4802	188	161	4600	1100	500	3100	17
		K:Ca 5:1	12	991	217	4889	197	203	3800	1000	500	3200	14
13-6-2012	Hoog EC	K:Ca 1:1	12	1115	339	4827	185	195	5300	1700	500	3600	18
		K:Ca 1:3	12	1141	409	4611	184	185	6600	1900	500	3500	22
		K:Ca 5:1	12	1136	243	4704	180	230	5000	1600	500	3400	20
	standaard EC	K:Ca 1:1	11	1070	319	4654	183	178	3700	1600	500	3400	29
		K:Ca 1:3	13	995	341	4753	176	171	4900	1800	500	3300	26
		K:Ca 5:1	12	1113	250	4584	177	235	3400	1400	500	3300	19
24-7-2012	Hoog EC	K:Ca 1:1	12	1346	431	5104	239	208	7400	2600	700	4800	68
		K:Ca 1:3	11	1268	413	4972	228	199	6800	2000	700	4400	33
		K:Ca 5:1	11	1260	291	5153	224	254	6800	2400	700	4700	32
	standaard EC	K:Ca 1:1	11	1204	334	4663	234	182	5800	2100	700	4500	31
		K:Ca 1:3	11	1152	396	4870	223	192	5300	2000	700	4600	40
		K:Ca 5:1	11	1282	287	4536	217	228	4000	1800	600	5000	26
22-8-2012	Hoog EC	K:Ca 1:1	10	1241	380	5493	222	202	7600	2400	2000	4300	32
		K:Ca 1:3	10	1303	361	5384	213	199	7400	2100	700	3900	12

		K:Ca 5:1	6	1402	255	5351	219	267	6800	2400	600	4000	23
	standaard EC	K:Ca 1:1	10	1320	317	5065	200	208	5000	2000	600	3900	#
		K:Ca 1:3	10	1270	320	5173	204	192	4700	1800	600	3700	#
		K:Ca 5:1	10	1307	293	5153	205	266	3500	1800	500	3300	#
19-11-2010	Hoog EC	K:Ca 1:1	10	1330	375	4355	158	135	3350	1080	452	1865	47
		K:Ca 1:3	10	1315	415	4570	181	132	3100	1065	565	1955	51
		K:Ca 5:1	10	1420	323	4395	170	168	3850	1190	505	2095	46
	standaard EC	K:Ca 1:1	11	1345	333	4215	155	127	2800	1040	475	1905	44
		K:Ca 1:3	10	1205	411	4395	166	144	2950	1040	482	2015	46
		K:Ca 5:1	10	1240	282	4070	152	153	2800	1125	467	2465	39
21-1-2011	Hoog EC	K:Ca 1:1	11	1130	465	4105	183	157	7500	1660	635	3365	74
		K:Ca 1:3	12	1075	565	4175	181	146	6500	1975	635	3305	71
		K:Ca 5:1	12	1115	373	4035	179	196	6500	1940	575	3560	61
	standaard EC	K:Ca 1:1	11	1100	451	3750	159	150	5350	1755	495	3650	52
		K:Ca 1:3	12	910	542	3855	173	188	4200	1580	585	3695	82
		K:Ca 5:1	13	1100	345	3790	157	200	6000	2100	515	3725	51
25-2-2011	Hoog EC	K:Ca 1:1	13	1045	489	4140	167	153	7000	1710	565	2035	31
		K:Ca 1:3	13	985	590	4210	180	145	6500	2000	675	1985	43
		K:Ca 5:1	14	1055	395	4070	158	204	7000	2130	487	2050	31
	standaard EC	K:Ca 1:1	14	1010	471	3965	160	159	4000	1535	467	2280	38
		K:Ca 1:3	14	760	595	3965	160	202	3300	1620	545	2275	38
		K:Ca 5:1	13	1100	391	3895	167	215	4400	1765	507	2455	30
4-5-2011	Hoog EC	K:Ca 1:1	14	1095	448	4180	184	160	10000	2000	545	4140	28
		K:Ca 1:3	14	1110	411	4285	179	174	6500	1900	550	3925	20
		K:Ca 5:1	14	1170	327	4250	184	201	9000	2195	525	4490	22
	standaard EC	K:Ca 1:1	14	1100	423	4285	181	159	5000	1805	492	4105	24
		K:Ca 1:3	15	920	437	4145	178	165	5400	1720	525	3905	24
		K:Ca 5:1	15	1140	431	4210	175	174	6850	1885	499	3730	19
22-6-2011	Hoog EC	K:Ca 1:1	11	1280	414	3925	178	141	7500	1755	580	2905	28
		K:Ca 1:3	11	1080	458	4180	186	161	7000	1885	635	3030	30
		K:Ca 5:1	12	1275	287	4075	181	186	8500	2230	600	3255	26
	standaard EC	K:Ca 1:1	11	1100	341	3895	184	147	5000	1785	565	3145	24
		K:Ca 1:3	12	995	467	3860	182	174	4650	1775	560	3080	29
		K:Ca 5:1	11	1195	313	3675	161	193	4750	1865	505	3545	21
15-11-2011	Hoog EC	K:Ca 1:1	12	1100	434	3640	174	199	9000	2380	660	4350	36

		K:Ca 1:3	12	880	520	3860	184	239	5000	1890	600	4110	44
		K:Ca 5:1	12	1260	327	3790	174	234	7000	2550	540	4360	33
	standaard EC	K:Ca 1:1	10	1250	530	4210	207	210	7000	2180	570	3990	35
		K:Ca 1:3	11	1070	650	4290	197	226	8000	2370	570	3720	36
		K:Ca 5:1	12	1270	317	4140	181	234	8000	2080	540	4020	28

## Bijlage V Cumulatieve productie en takgewicht per 80 cm





## Bijlage VI Wortelgestel in mei en augustus 2012



*Wortels in mei, toen de eerste afwijkende bloemen zichtbaar werden*



*Wortels in augustus bij het rooien, er waren toen nog steeds wel afwijkende bloemen.*











